

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-344078

(43)Date of publication of application : 12.12.2000

(51)Int.Cl.

B60T 8/26

B60L 7/18

(21)Application number : 11-158313

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 04.06.1999

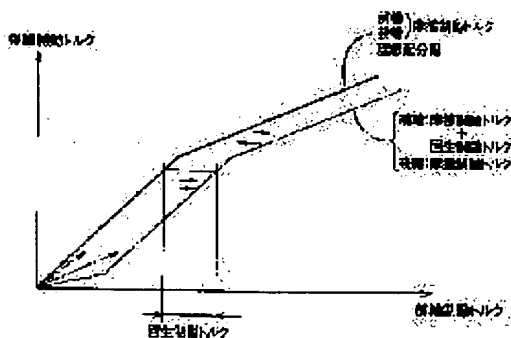
(72)Inventor : FUKAZAWA TSUKASA

### (54) BRAKING DEVICE

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a braking device mounted on a front-wheel driven vehicle and including a regenerative braking device and a liquid pressure braking device by which front and rear liquid pressure braking torques are distributed in accordance with an ideal distribution line, for inhibiting the deterioration of energy efficiency while inhibiting the deteriorating control stability of the vehicle.

**SOLUTION:** This device makes regenerative braking torque smaller when the increasing gradient of slip relative to a front and rear rotating speed difference is greater than when it is smaller. Accordingly, total front and rear braking torque distribution can be approximated to ideal distribution and the deterioration of control stability is inhibited. Since the regenerative braking torque is controlled with the gradient of relative slip, the excessive deterioration of energy efficiency can be inhibited without excessively controlling the regenerative braking torque.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

**BEST AVAILABLE COPY**

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] By controlling the regenerative-braking equipment which adds regenerative-braking torque to the driving wheel of a car by regenerative braking of an electric motor, and its regenerative-braking equipment It is a damping device containing the regenerative-braking torque control equipment which controls said regenerative-braking torque. The damping device characterized by including the control means corresponding to the speed-difference inclination by which said regenerative-braking torque control equipment controls said regenerative-braking torque based on the inclination of the absolute value of the longitudinal velocity difference which is a difference of the rotational speed of the front wheel of said car, and the rotational speed of a rear wheel.

[Claim 2] The damping device with which it is a damping device containing the regenerative-braking equipment which adds regenerative-braking torque to the wheel of a car by regenerative braking of an electric motor, and the regenerative-braking torque control equipment which controls said regenerative-braking torque by controlling the regenerative-braking equipment, and said regenerative-braking torque control equipment is characterized by to include the control means corresponding to revolution extent to which said regenerative-braking torque is changed with the inclination according to extent of revolution of said car.

[Claim 3] By carrying out friction engagement of the friction member to the regenerative-braking equipment which adds regenerative-braking torque to the wheel of a car by regenerative braking of an electric motor, and the brake body of revolution rotated with said wheel By controlling at least one side of the friction-damping equipment which adds friction-damping torque to a wheel, and these regenerative-braking equipment and friction-damping equipment It is a damping device containing the total damping torque control unit which controls the total damping torque containing at least one side of the regenerative-braking torque and friction-damping torque which are added to said wheel. said total damping torque control unit -- \*\* -- with the case where it is, before completing detection preparation, although beforehand set of the sensors contained in the damping device concerned \*\* When there is less travel of said friction-damping equipment after the ignition switch of a car switches to ON condition than the setting travel defined beforehand, \*\* The damping device characterized by including a regenerative-braking torque control means to control said regenerative-braking torque to the set point which was able to be defined beforehand in the case of [ with the case where the elapsed time from the time of the last actuation termination of said friction-damping equipment exceeds the setup time defined beforehand ] at least one.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to control of regenerative-braking torque especially about the damping device equipped with regenerative-braking equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] An example of the damping device equipped with regenerative-braking equipment is indicated by the publication-number 5-No. 161213 official report. When it becomes more than the established state as which the revolution condition was beforehand determined to this official report during braking in the damping device of a publication, it is switched to regeneration control mode from a regeneration priority mode. If switched to regeneration control mode, since allocation before and after damping force will be brought close to ideal allocation, the fall of the driving stability of a car can be controlled. However, in regeneration control mode, since regenerative-braking torque was similarly controlled regardless of extent of revolution, depending on extent of revolution, regenerative-braking torque was controlled too much, and there was a problem that energy efficiency worsened. Moreover, in an above-mentioned damping device, when abnormalities arise to regenerative-braking equipment, it is made to be carried out in regenerative-braking torque 0.

[0003]

[Object of the Invention, a technical-problem solution means, and effectiveness] the technical problem of this invention which makes the above situation a background being aiming at a deployment of energy, controlling the fall of the driving stability of a car, and specifically performing fine quantum control of regenerative-braking torque, and the inhibitory control of regenerative-braking torque -- texture -- it is controlling the fall of driving stability by carrying out densely etc., avoiding superfluous control of regenerative-braking torque. this technical problem -- a damping device -- following each voice -- considering as a thing [ like ] -- it is solved. Like a claim, each mode is classified into a term, gives a number to each item, and indicates it in the format of quoting the number of other terms if needed. This is for making an understanding of this invention easy to the last, and should not be interpreted as the technical features and those combination of a publication being limited to this specification by each following item. Moreover, when two or more matters are indicated by the 1st term, it is also possible always not to have to adopt the matter of these plurality together and to adopt only some matters.

(1) By controlling the regenerative-braking equipment which adds regenerative-braking torque to the driving wheel of a car by regenerative braking of an electric motor, and its regenerative-braking equipment It is a damping device containing the regenerative-braking torque control equipment which controls said regenerative-braking torque. The damping device characterized by including the control means corresponding to the speed-difference inclination by which said regenerative-braking torque control equipment controls said regenerative-braking torque based on the inclination of the absolute value of the longitudinal velocity difference which is a difference of the rotational speed of the front wheel of said car, and the rotational speed of a rear wheel (claim 1). Since regenerative-braking torque is controlled in a damping device given in this paragraph based on the inclination of the absolute value of a longitudinal velocity difference, as compared with the case where it is controlled based on the absolute value of a longitudinal velocity difference itself, the control delay of regenerative-braking torque is small, and ends, and the fall of driving stability is controlled at an early stage. Consequently, it can avoid that regenerative-braking torque is controlled too much and energy efficiency worsens, and the fall of driving stability can be avoided good. However, in this invention, using the absolute value of a longitudinal velocity difference itself for control is not necessarily eliminated. According to this invention, further, since regenerative-braking torque can be controlled without being based on the control input of a brakes operation member, actuation variation and the amounts of control of a steering wheel, the coefficient of friction  $\mu$  of a road surface, etc., forming the equipment which detects these also has an advantage of becoming less

indispensable. However, concomitant use of these detection equipment is not necessarily eliminated in this invention. Even if regenerative-braking torque is continuously changed according to the inclination of the absolute value of a longitudinal velocity difference, it may be changed gradually. although a longitudinal velocity difference is acquired by the speed-difference acquisition equipment which acquires the difference of the rotational frequency of a front wheel, and the rotational frequency of a rear wheel -- this damping device -- antilock one -- since the wheel rotational-speed detection equipment for antilock control can detect a longitudinal velocity difference when it is a controllable damping device, it becomes unnecessary to form the speed-difference acquisition equipment only for regenerative-braking torque controls, and a cost rise can be avoided. In addition, it is not [ that what is necessary will be just to control control of regenerative-braking torque based on the inclination of a longitudinal velocity difference as a result ] indispensable to control regenerative-braking torque based on the inclination of the longitudinal velocity difference itself. For example, the control based on the inclination of the value which could control regenerative-braking torque based on the inclination of the amount proportional to a longitudinal velocity difference, and broke the longitudinal velocity difference by whenever [ car-body-speed ] is the example. Moreover, as inclination of a longitudinal velocity difference, the differential value of a longitudinal velocity difference, the variation per unit time amount, etc. correspond.

(2) (1) to which the friction-damping equipment contains in these wheels the friction-damping torque allocation equipment which distributes mostly the friction-damping torque of a front wheel, and the friction-damping torque of a rear wheel according to an ideal allocation line, including the friction-damping equipment which adds friction-damping torque when the damping device concerned makes the front wheel and rear wheel of said car carry out friction engagement of the friction member, respectively Damping device given in a term. Although friction-damping torque is added to a driving wheel and a non-driving wheel, regenerative-braking torque is added to a driving wheel, and is not added to a non-driving wheel. That is, both regenerative-braking torque and friction-damping torque will be added to a driving wheel, and only friction-damping torque will be added to a non-driving wheel. Thus, although at least one side of regenerative-braking torque and friction-damping torque is added to a wheel, in this specification, the damping torque (regenerative-braking torque and friction-damping torque at least on the other hand) applied to a wheel is called the total damping torque. When this damping device is carried in the car whose rear wheel is a non-driving wheel, as shown in drawing 12, the direction of the total damping torque applied to the front wheel as a driving wheel from the total damping torque applied to the rear wheel as a non-driving wheel becomes large by regenerative-braking torque. When braking is performed for coefficient of friction  $\mu$  in the condition that the total damping torque is comparatively low, on a high road surface, also in any of a front wheel and a rear wheel, a slip is small and becomes the magnitude with almost same rotational speed of a front wheel and rotational speed of a rear wheel. To it, in relation with the coefficient of friction  $\mu$  of a road surface, when the total damping torque is large, a front wheel slips ahead of a rear wheel, and a rotational-speed difference arises with a front wheel and a rear wheel. When regenerative-braking torque is large, from the case of being small, the difference of the total damping torque of a front wheel and the total damping torque of a rear wheel becomes large, and the bias to the front wheel of damping torque allocation becomes large. Although this bias is called damping torque allocation \*\*\*\*, if damping torque allocation \*\*\*\* is large, the inclination of a front-wheel precedence slip will become more remarkable, and it will become easy to produce a longitudinal velocity difference. In this case, if regenerative-braking torque is controlled according to the inclination of the absolute value of a longitudinal velocity difference, at an early stage, damping torque allocation \*\*\*\* can be made small and it can bring close to ideal allocation.

Friction-damping torque allocation equipment can use friction-damping torque of a front wheel, and friction-damping torque of a rear wheel as separately controllable order independent friction-damping torque control equipment, or can use them as a proportioning valve. When friction-damping equipment is a fluid pressure damping device which carries out friction engagement by the fluid pressure to which the friction engagement member (pad) was supplied by the body of revolution (Rota) rotated with a wheel at the wheel cylinder, a proportioning valve is prepared in the fluid pressure network by the side of a rear wheel. If input fluid pressure becomes more than a set pressure (breaking point fluid pressure), since the increment in the output fluid pressure (fluid pressure by the side of a rear wheel) of a proportioning valve will be controlled to the increment in input fluid pressure, the fluid pressure by the side of a rear wheel is controlled to the fluid pressure by the side of a front wheel. In addition, the ideal allocation line shown in drawing 12 is a line which can be realized with a proportioning valve, and is a line it can be considered that is an ideal allocation

line.

(3) (2) said whose regenerative-braking equipment is what adds said regenerative-braking torque to either of said front wheels and rear wheels, and is not added to another side Damping device given in a term. The damping device concerning this paragraph is carried in the car containing a non-driving wheel. A non-driving wheel may be a front wheel, or may be a rear wheel.

(4) (1) which contains at least one side with an increment means at the time of speed-difference reduction to which regenerative-braking torque is made to increase based on the reduction inclination of a control means and the absolute value of a longitudinal velocity difference at the time of the increment in the speed difference which controls regenerative-braking torque for said control means corresponding to speed-difference inclination based on the increment inclination of the absolute value of a longitudinal velocity difference A term thru/or (3) Damping device of any one publication of the term. If it can detect whether the driving stability of a car is in a fall inclination if based on forward [ of the inclination of the absolute value of a longitudinal velocity difference ], and negative, or it is in a recovery inclination and is based on the magnitude of the inclination, the fall rate of driving stability and a recovery rate are detectable. Regenerative-braking torque may be controlled based on forward [ of inclination ], and negative, or may be made to be controlled based on the magnitude of inclination, and it means that it was controlled anyway according to the change inclination of driving stability corresponding to it. For example, when the change inclination of the absolute value of a longitudinal velocity difference is a forward value, according to the increment inclination, regenerative-braking torque is made small (when it is increasing), and in being a negative value (when it is decreasing), it enlarges according to the reduction inclination. If regenerative-braking torque is controlled according to the increment inclination of the absolute value of a longitudinal velocity difference, the order total damping torque allocation can be brought close to ideal allocation, and the fall of driving stability can be controlled. Moreover, for example, simply, when the absolute value of a longitudinal velocity difference is beyond the set point, as compared with the case where grant of regenerative-braking torque is made to be stopped, it can avoid that regenerative-braking torque is controlled superfluously, and decline in energy efficiency can be controlled. Moreover, if regenerative-braking torque is made to be enlarged according to reduction inclination, decline in energy efficiency is avoidable good.

(5) (1) in which said control means corresponding to speed-difference inclination includes the inclination control means corresponding to the speed-difference inclination to which regenerative-braking torque is changed with the inclination according to the inclination of the absolute value of said longitudinal velocity difference A term thru/or (4) Damping device of any one publication of the term. If regenerative-braking torque is decreased with the inclination according to the magnitude of the increment inclination of a longitudinal velocity difference, it can bring close to ideal allocation with the speed according to the fall rate of the driving stability of a car, and the fall of driving stability can be avoided good. Moreover, if regenerative-braking torque is made to increase with the inclination according to the magnitude of reduction inclination, energy efficiency can be raised with the speed according to the recovery rate of driving stability.

(6) (1) in which said control means corresponding to speed-difference inclination includes a modification control means to control modification of said regenerative-braking torque A term thru/or (5) Damping device of any one publication of the term. If there is much modification frequency of regenerative-braking torque, the life of regenerative-braking equipment may become short, or an operator's braking feeling may worsen. It is desirable to control modification of regenerative-braking torque in these cases. For example, regenerative-braking torque is maintained at fixed magnitude at least in one side of the case where the absolute value of a longitudinal velocity difference is smaller than the set point, and the case where the inclination of the absolute value of a longitudinal velocity difference is smaller than setting inclination. Consequently, the modification frequency of regenerative-braking torque decreases, the fall of the endurance of regenerative-braking equipment can be controlled, or aggravation of a braking feeling can be controlled.

(7) The friction-damping equipment which adds friction-damping torque to a wheel by making the brake body of revolution which the damping device concerned rotates with said wheel carry out friction engagement of the friction member, By controlling at least one side of the friction-damping equipment and said regenerative-braking equipment (1) containing the total damping torque control unit which controls the total damping torque of each wheel containing at least one side of said friction-damping torque and regenerative-braking torque A term thru/or (6) Damping device of any one publication of the term. For example, the total damping torque of each wheel is controllable to approach the demand total damping

torque which an operator demands. In this case, it is desirable to form the demand total braking-torque acquisition equipment which acquires the demand total braking torque based on the physical quantity generated according to the control input of an operator's brakes operation member and a control input.

(8) (1) in which said regenerative-braking torque control equipment includes the control means corresponding to revolution extent to which said regenerative-braking torque is changed with the inclination according to extent of revolution of said car A term thru/or (7) Damping device of any one publication of the term. If regenerative-braking torque is changed with the inclination according to extent of revolution, the fall of driving stability can be controlled with the speed according to extent of revolution, and it can avoid good that energy efficiency falls superfluously.

(9) (8) including a control means selection means it to choose said control means corresponding to speed-difference inclination when said regenerative-braking torque control equipment has said car in a rectilinear-propagation condition, and to choose said control means corresponding to revolution extent when it is in a revolution condition Damping device given in a term. In a damping device given in this paragraph, even if a car is in a rectilinear-propagation condition and it is in a revolution condition, regenerative-braking torque is controlled good. In addition, it is desirable to form the run state acquisition equipment which detects whether said car is in a rectilinear-propagation condition or it is in a revolution condition. The revolution condition acquisition equipment which acquires extent of revolution can be made to serve as run state acquisition equipment.

(10) By carrying out friction engagement of the friction member to the brake body of revolution which the damping device concerned rotates with said wheel The friction-damping equipment which adds friction-damping torque to a wheel is included. Said regenerative-braking torque control equipment (1) including a regenerative-braking torque control means to control said regenerative-braking torque to the set point which was able to be defined beforehand when the established state as which one [ at least ] actuation environment of said regenerative-braking equipment and friction-damping equipment was determined beforehand is not reached A term thru/or (9) Damping device of any one publication of the term. If brakes operation by the operator is performed, it must be made for a damping device to have to operate also in the condition that the actuation environment of regenerative-braking equipment or friction-damping equipment has not reached an established state. In this case, the braking effects (car deceleration etc.) actually produced may separate from the magnitude corresponding to the amounts of brakes operation by the operator (the operating physical force of a brakes operation member, an actuation stroke, operate time, etc.), and an operator needs to adjust the amount of brakes operation so that the braking effects which self wants may be obtained. When the actuation environment of regenerative-braking equipment has not reached an established state, it is obvious for the above-mentioned management according [ the direction where regenerative-braking torque is controlled by the set point (the small value near 0 or it is desirable) defined beforehand ] to an operator to be easy. When the actuation environment of friction-damping equipment has not reached an established state to it, it is a little complicated. First, in order not to always operate regenerative-braking equipment, as for controlling to the small set point which it usually came out that it is comparatively small, and the maximum of the braking effects which may be produced with regenerative-braking equipment made suspend actuation of friction-damping equipment for a certain reason, or was defined beforehand, it is common for it to be impossible. And if the actuation environment of the friction-damping equipment has not reached an established state when friction-damping equipment is the thing which has actuation electrically controlled according to the amount of brakes operation, the gap with an intention of the operator who appeared in the amount of brakes operation, and the magnitude of the friction-damping torque actually produced may become large. When an operator copes with this situation, the actuation environment of regenerative-braking equipment does not reach an established state, but even if it is the case where control of regenerative-braking torque is performed appropriately, of course [ when control of regenerative-braking torque is unsuitable ] So that it may become the magnitude which the braking effects generated according to the total damping torque which is the sum of friction-damping torque and regenerative-braking torque mean It is easier to adjust the amount of brakes operation so that it may become the magnitude which the braking effects generated according to the total damping torque which does not include regenerative-braking torque rather than it adjusts the amount of brakes operation mean in many cases. Also when friction-damping equipment is a simple fluid pressure brake gear with which a friction member is forced on brake body of revolution by transmitting the master cylinder fluid pressure according to the brakes operation force to a wheel cylinder, in the condition that the actuation environment

-- the temperature of brake fluid is low and viscosity is high -- has not reached an established state, management of an operator becomes [ the direction where regenerative-braking torque is controlled by the value near 0 or it ] easy. Then, in the damping device of this paragraph, when the established state as which one [ at least ] actuation environment of regenerative-braking equipment and friction-damping equipment was determined beforehand was not reached, we decided to control to the set point which was able to define regenerative-braking torque beforehand with the regenerative-braking torque control means. It is detectable whether the actuation environment reached the established state based on whether for example, regenerative-braking control conditions are fulfilled. Regenerative-braking control conditions can be set to at least one of \*\* shown below - the \*\*s.

\*\* Although beforehand set of the sensors contained in the damping device concerned, before completing detection preparation, when it is, before ..., for example, zero-point amendment of a sensor, and amendment of gain are completed, the regenerative-braking torque or friction-damping torque which were added actually cannot be acquired correctly, or information for controlling friction-damping torque and regenerative-braking torque cannot be acquired correctly. In addition, it is detectable about the sensors of each whether detection preparation was completed based on the condition of a preparation ending flag established corresponding to the sensors of for example, each. A preparation ending flag is reset when an ignition switch is turned OFF, and if it is made to be set when preparation of zero-point amendment, gain amendment, etc. is completed and a preparation ending flag is in a set condition, suppose that detection preparation of the sensor corresponding to the flag was completed.

\*\* Dispersion can arise in the magnitude of the friction-damping torque added, or friction-damping torque cannot be controlled with a sufficient precision at a stage with little [ when there is less travel of friction-damping equipment after the ignition switch of a car switches to ON condition than the setting travel defined beforehand ] travel, such as ... of actuation, for example, the count of friction-damping equipment after operation of a car is started, and addition operating time, in many cases. In friction-damping equipment, when the temperature of the pad as a friction engagement member is low, or when friction-damping equipment is a fluid pressure damping device, the case where the temperature of a working fluid is low and where viscosity is high etc. corresponds.

\*\* When the elapsed time from the time of the last actuation termination of friction-damping equipment exceeds the setup time defined beforehand and long duration has passed since the time of actuation termination of friction-damping equipment ..., for example, last time, dispersion can arise in the magnitude of the friction-damping torque added, or friction-damping torque cannot be controlled with a sufficient precision in many cases.

As mentioned above, although an example of regenerative-braking control conditions was shown, regenerative-braking control conditions shall include not only the thing of a publication but still more nearly another conditions in this paragraph, or can replace at least one with other conditions of \*\* - \*\*. In addition, when friction-damping equipment is equipped with electric friction-damping torque control equipment, in case regenerative-braking torque is controlled, electric control may be made to be performed or it may not be made not to be carried out. Moreover, when setting the set point of regenerative-braking torque to 0, regenerative-braking control conditions can also be called regenerative-braking prohibition conditions.

(11) The damping device with which it is a damping device containing the regenerative-braking equipment which adds regenerative-braking torque to the wheel of a car by regenerative braking of an electric motor, and the regenerative-braking torque control equipment which controls said regenerative-braking torque by controlling the regenerative-braking equipment, and said regenerative-braking torque control equipment includes the control means corresponding to revolution extent to which said regenerative-braking torque is changed with the inclination according to extent of revolution of a car (claim 2). In a damping device given in this paragraph, regenerative-braking torque is changed with the inclination according to extent of revolution. Even if the change inclination of regenerative-braking torque is continuously changed according to extent of revolution, it may be changed gradually. Extent of revolution is acquirable based on yaw REITO of the amounts of control of a steering wheel, the rudder angle of a tire, the lateral acceleration of a car, a right-and-left ring rotational-speed difference, and a car etc.

(12) While adding friction-damping torque to a wheel by making the brake body of revolution which the damping device concerned rotates with said wheel carry out friction engagement of the friction member The friction-damping equipment which distributes the friction-damping torque of a front wheel and the friction-damping torque of a rear wheel according to an ideal allocation line is included. And said



regenerative-braking torque control equipment includes an initial regenerative-braking torque rapid increase means of braking to make the regenerative-braking torque added to a driving wheel increase rapidly to a regenerative-braking torque upper limit, when braking is started. A damping device given in (11) terms including an increment inclination control means by which said control means corresponding to revolution extent controls the increment inclination of the regenerative-braking torque by said initial regenerative-braking torque rapid increase means of braking according to extent of said revolution.

Increment inclination inhibitory control in this paragraph is performed during rapid increase of regenerative-braking torque, when regenerative-braking torque has not resulted in the regenerative-braking torque upper limit in early stages of braking. In order to raise energy efficiency, as for regenerative-braking torque, it is desirable that you are made to increase rapidly when braking is started. A regenerative-braking torque upper limit can be determined as the smaller one with the regenerative-braking torque value decided based on the damping torque which the regenerative-braking torque value decided based on for example, an accumulation-of-electricity condition, the rotational frequency of an electric motor (condition of regenerative-braking equipment), etc. and an operator demand. However, (2) If regenerative-braking torque is made to increase rapidly as the term was explained, damping torque allocation \*\*\*\* to a driving wheel will become large rapidly. When a car is in a rectilinear-propagation condition, even if damping torque allocation \*\*\*\* becomes large rapidly, it does not interfere in many cases, but when it is in a revolution condition, it is not desirable in many cases. Then, if the increment inclination of regenerative-braking torque is controlled according to extent of revolution, a damping torque allocation \*\*\*\* rate can be controlled and the fall of driving stability can be controlled. Thus, forbidding damping torque allocation \*\*\*\* is also considered instead of controlling a damping torque allocation \*\*\*\* rate. Although steering correction of a steering wheel may be needed, and the need will become large so that extent of revolution is large if order allocation changes when it is in a revolution condition, that is because it is not desirable. However, I hear that forbidding damping torque allocation \*\*\*\* forbids the increment in regenerative-braking torque, there is, and energy efficiency worsens. If order allocation is changed to it so gently that the need for steering correction is large, corresponding to extent of revolution as in a damping device given in this paragraph, both the fall of driving stability and the decline in energy efficiency can be controlled.

(13) While adding friction-damping torque to a wheel by making the brake body of revolution which the damping device concerned rotates with said wheel carry out friction engagement of the friction member The friction-damping equipment which distributes the friction-damping torque of a front wheel and the friction-damping torque of a rear wheel according to an ideal allocation line is included. And a damping device given in (11) terms or (12) terms in which said control means corresponding to revolution extent includes a reduction means corresponding to revolution extent to decrease regenerative-braking torque with the inclination according to extent of revolution. Control by the reduction means given in this paragraph corresponding to revolution extent is performed when regenerative-braking torque is maintained at almost fixed magnitude (maximum). For example, when extent of revolution is severe, it decreases with inclination with bigger regenerative-braking torque than the case of being loose. If it does in this way, according to extent of revolution, the order total damping torque allocation can be brought close to ideal allocation promptly.

(14) By carrying out friction engagement of the friction member to the brake body of revolution which the damping device concerned rotates with said wheel The friction-damping equipment which adds friction-damping torque to a wheel is included. And said regenerative-braking torque control equipment said -- regenerative braking -- equipment -- friction damping -- equipment -- at least -- one side -- actuation -- an environment -- beforehand -- setting -- having had -- an established state -- reaching -- \*\*\*\* -- a case -- said -- regenerative braking -- torque -- beforehand -- setting -- having had -- the set point -- controlling -- regenerative braking -- torque -- control -- a means -- containing -- (-- 11 --) -- a term -- or -- (-- 13 --) -- a term -- some -- one -- a \*\* -- a publication -- a damping device .

(15) By controlling the regenerative-braking equipment which adds regenerative-braking torque to the driving wheel of a car by regenerative braking of an electric motor, and its regenerative-braking equipment It is a damping device containing the regeneration regenerative-braking torque control equipment which controls said regenerative-braking torque. The damping device with which said regenerative-braking torque control equipment includes an inclination change means corresponding to the speed difference to change said regenerative-braking torque with the inclination according to the absolute value of the longitudinal velocity difference which is a difference of the rotational speed of the front wheel of said car, and the



rotational speed of a rear wheel. For example, when the absolute value of a longitudinal velocity difference is large, regenerative-braking torque is changed with big inclination, and when the absolute value of a longitudinal velocity difference is small, it is made to change with small inclination. By bringing close to ideal allocation at the rate according to the absolute value of a longitudinal velocity difference, the fall of driving stability can be controlled or energy efficiency can be raised. In addition, it describes above to the damping device of this paragraph. The technical feature of any one publication of (1) term thru/or the (14) terms is employable.

(16) A damping device including the control means corresponding to revolution change by which it is a damping device containing the regenerative-braking equipment which adds regenerative-braking torque to the driving wheel of a car by regenerative braking of an electric motor, and the regenerative-braking torque control equipment which controls said regenerative-braking torque by controlling the regenerative-braking equipment, and said regenerative-braking torque control equipment controls said regenerative-braking torque according to the change inclination of the revolution condition of a car. For example, when the change inclination of the revolution condition of a car is large, driving stability can be raised controlling small the increment inclination of the regenerative-braking torque itself or regenerative-braking torque, and by enlarging the reduction inclination of regenerative-braking torque. In addition, in the damping device of this paragraph, it is the above (1). The technical feature of any one publication of a term thru/or the (15) terms is applicable.

(17) By carrying out friction engagement of the friction member to the regenerative-braking equipment which adds regenerative-braking torque to the wheel of a car by regenerative braking of an electric motor, and the brake body of revolution rotated with said wheel By controlling at least one side of the friction-damping equipment which adds friction-damping torque to a wheel, and these regenerative-braking equipment and friction-damping equipment It is a damping device containing the total damping torque control unit which controls the total damping torque including the regenerative-braking torque added to said wheel, and friction-damping torque. said total damping torque control unit -- \*\* -- with the case where it is, before completing detection preparation, although beforehand set of the sensors contained in the damping device concerned \*\* When there is less travel of said friction-damping equipment after the ignition switch of a car switches to ON condition than the setting travel defined beforehand, \*\* The damping device characterized by including a regenerative-braking torque control means to control said regenerative-braking torque to the set point which was able to be defined beforehand in the case of [ with the case where the elapsed time from the time of the last actuation termination of said friction-damping equipment exceeds the setup time defined beforehand ] at least one (claim 3). As regenerative-braking control conditions, an OAT, humidity, etc. can also be applied besides the conditions of above-mentioned \*\* - \*\*. With [ an OAT ] laying temperature [ below ], in friction-damping equipment, it can be presumed that the temperature of the pad as a friction engagement member is lower than laying temperature. Moreover, when friction-damping equipment is a fluid pressure damping device, the temperature of a working fluid is lower than laying temperature, and it can be presumed that viscosity is lower than setting viscosity. On the other hand, if the humidity of the open air is high, it can be presumed that the humidity of the pad as a friction engagement member is high. When the humidity of a pad is high, coefficient of friction of a pad becomes large. Whether detection preparation was completed the sensor of the object checked Even if it is all the sensors contained in a damping device, only also as a sensor (damping torque control related sensor) used for control of regenerative-braking torque or fluid pressure damping torque among these sensors the inside of a damping torque control related sensor -- a sensor especially with the large effect on control -- if it puts in another way, it is good only also as an important sensor (important sensor) about damping torque control.

[0004]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the damping device which is 1 operation gestalt of this invention is explained based on a drawing. The car shown in drawing 1 is a car with which this damping device was carried, and is a hybrid car. The front wheels 10 and 12 as a driving wheel are driven with the driving gear 18 containing the engine 16 as an electrical drive 14 and an internal combustion driving gear. As for the electrical drive 14, the epicyclic gear drive 26 is formed between this motor generator 20 and engine 16 including the motor generator (what functions as a generator and an electric motor) 20, the inverter 22, and the accumulation-of-electricity equipment 24 grade. A motor generator 20 is connected with the sun gear which an epicyclic gear drive 26 does not illustrate, the output shaft of an engine 16 is connected to a ring wheel through a clutch, and the output shaft 28 is connected with the carrier. Moreover, the clutch is

prepared also between the carrier and the sun gear. An output shaft 28 is connected with driving wheels 10 and 12 through a change gear 30 and a differential gear 32.

[0005] By controlling the operating state of connection of these clutches, cutoff and an engine 16, and a motor generator 20, the output torque from an engine 16 is transmitted to an output shaft 28, the output torque from a motor generator 20 is transmitted, or both the output torque from an engine 16 and the output torque from a motor generator 20 are transmitted. An epicyclic gear drive 26 has a function as a synthetic division device in which the output torque of a motor generator 20 and the output torque of an engine 16 are compounded or divided.

[0006] An inverter 22 is formed between a motor generator 20 and accumulation-of-electricity equipment 24, and it is switched by the rotation drive condition which electrical energy is supplied by control of an inverter 22 and rotated for a motor generator 20 from accumulation-of-electricity equipment 24, the charge condition of charging electrical energy by functioning as a generator by regenerative braking at accumulation-of-electricity equipment 24, and the unloaded condition which permits free rotation. The above-mentioned inverter 22 controls a motor generator 20 based on the command from the electric motor control device 36 which makes a computer a subject. Moreover, the operating state of said engine 16 is controlled by the engine control system 38. An engine 16 and a motor generator 20 are controlled mainly so that the driving torque according to accelerator opening is outputted. The change gear ratio at the time of transit is controlled including the fluid pressure circuit which switches mechanically based on the shift position of a shift lever which does not illustrate a change gear 30, two or more clutches, brakes by which automatic control is carried out based on the vehicle speed etc., etc. by carrying out automatic control of the clutch of these plurality, the brake, etc., when a shift position is D (drive).

[0007] While above-mentioned driving torque is added, fluid pressure damping torque is applied to said driving wheels 10 and 12. By transmitting the pad as a friction member to Rota as brake body of revolution rotated with the front wheels 10 and 12 as a driving wheel, and transmitting fluid pressure to wheel cylinders 40 and 42, friction engagement is carried out and the fluid pressure damping torque as friction-damping torque is applied. This damping device is the thing equipped with the fluid pressure damping device 44 as friction-damping equipment. Moreover, although regenerative-braking torque is added to wheels 10 and 12 by regenerative braking of a motor generator 20 when a motor generator 20 is in a charge condition in the above-mentioned electrical drive 14, an electrical drive 14 will function as regenerative-braking equipment in this case. The fluid pressure damping device 44 is transmitted to wheel cylinders 40 and 42 including the brake-pedal 50 grade as fluid pressure control valve equipment 46 besides the wheel cylinders 40 and 42 of the above-mentioned front wheels 10 and 12, the source 48 of fluid pressure, and a brakes operation member by controlling the fluid pressure generated by the source 48 of fluid pressure by fluid pressure control valve equipment 46.

[0008] The source 48 of fluid pressure includes the master cylinder 52 with a booster, and a pump 53, an accumulator 54, the master reservoir 55 and the constant source 57 of fluid pressure containing relief-valve 56 grade, as shown in drawing 2. The working fluid of the master reservoir 55 is pumped up and stored in an accumulator 54 with a pump 53. Two pressure switches 60 and 61 are attached in the accumulator 54. One pressure switch is a switch which detects that the fluid pressure stored in AKYURETA 54 became larger than an upper limit, and detects that the pressure switch of another side became smaller than a lower limit. The fluid pressure of the working fluid stored in the accumulator 54 is maintained at a setting range by controlling the motor which drives a pump 53 based on the operating state of these pressure switches 60 and 61. If the fluid pressure of an accumulator 14 becomes larger than an upper limit, a working fluid will be returned to the master reservoir 55 through a relief valve 56. The master cylinder 52 with a booster has two liquid pressure chambers, and the above-mentioned constant source 57 of fluid pressure is connected to one liquid pressure chamber. If it gets into a brake pedal 50, the treading strength will be made to double the power using the working fluid of the constant source 57 of fluid pressure, and the fluid pressure according to the treading strength which doubled the power will be generated by two liquid pressure chambers of the master cylinder 52 with a booster.

[0009] The wheel cylinder 40 of the above-mentioned forward left ring 10 and the wheel cylinder 42 of the forward right ring 12 are connected to the liquid pressure chamber of another side of the master cylinder 52 with a booster through the liquid path 68. between a master cylinder 52 and wheel cylinders 40 and 42 -- respectively -- electromagnetism -- the closing motion valves 70 and 72 are formed. electromagnetism -- although the closing motion valves 70 and 72 are normally open valves maintained at an open condition by

the magnetic neutral state, when a brake pedal 50 is operated and regenerative-braking cooperative control is performed, they are switched to a closed state and connected to the linear bulb equipment 76 which wheel cylinders 40 and 42 are intercepted from the master cylinder 52 with a booster, and mention later. When abnormalities arise in the electric system of linear bulb equipment 76 grade, by being returned to an open condition, wheel cylinders 40 and 42 are made open for free passage by the master cylinder 52 with a booster, and damping torque is secured.

[0010] The wheel cylinder 84 of the left rear ring 82 and the wheel cylinder 88 of the right rear ring 86 are connected to the liquid pressure chamber for while said constant source 57 of fluid pressure was connected through the liquid path 80. the liquid path 80 -- on the way -- being alike -- the order from the master cylinder 52 side with a booster -- linear bulb equipment 76 and electromagnetism -- the closing motion valve 92 and the proportioning valve 94 are formed. Since the increment in output fluid pressure will be controlled to the increment in input fluid pressure with a proportioning valve 94 if input fluid pressure becomes more than a set pressure, the fluid pressure of the wheel cylinders 84 and 88 by the side of a rear wheel will be controlled to the fluid pressure of the wheel cylinders 40 and 42 by the side of a front wheel, and the fluid pressure damping torque by the side of a front wheel and the fluid pressure damping torque by the side of a rear wheel will be mostly distributed according to an ideal allocation line. the part between the master cylinders 52 with a booster and the linear bulb equipment 76 of the liquid path 80 -- the fluid pressure sensor 96 -- moreover, linear bulb equipment 76 and electromagnetism -- the fluid pressure sensor 98 is formed in the part between the closing motion valves 92, respectively. The fluid pressure sensor 96 is a sensor which detects the input fluid pressure to linear bulb equipment 76, and although the fluid pressure sensor 98 is a sensor which detects the fluid pressure of the wheel cylinders 84 and 88 of rear wheels 82 and 86, it is also a sensor which detects the output fluid pressure of linear bulb equipment 76. the liquid path 102 which connects wheel cylinders 82 and 88 and the master reservoir 55 -- on the way -- being alike -- electromagnetism -- the closing motion valve 104 is formed. these electromagnetism -- although the closing motion valve 92,104 is maintained at the original location illustrated in a usual state, at the time of antilock control, the fluid pressure of wheel cylinders 84 and 88 is controlled by being made to open and close so that the braking slip condition of rear wheels 82 and 86 is maintained at a proper condition.

[0011] the linear bulb equipment 76 of the liquid path 80, and electromagnetism -- the liquid path 108 is connected to the part between the closing motion valves 92. the path where the liquid path 108 connects linear bulb equipment 76 and the wheel cylinders 40 and 42 by the side of a front wheel -- it is -- the liquid path 108 -- on the way -- being alike -- the electromagnetism as a separation valve -- the closing motion valve 110 is formed. electromagnetism -- the closing motion valve 110 is usually switched to an open condition at the time of antilock control etc. at the time of braking (the time of regenerative-braking cooperative control is included), and the fluid pressure controlled by linear bulb equipment 76 by wheel cylinders 40 and 42 is transmitted. moreover, the electromagnetism of the liquid path 108 -- the closing motion valve 110 -- a wheel cylinder 40 and the part by the side of 42 -- respectively -- electromagnetism -- the liquid path 116 which the closing motion valve 112,114 is formed and connects wheel cylinders 40 and 42 and the master reservoir 55 -- on the way -- being alike -- electromagnetism -- the closing motion valve 117,118 is formed. these electromagnetism -- although the closing motion valve 112,114,117,118 is maintained at a usual state by the original location, at the time of antilock control, the fluid pressure of wheel cylinders 40 and 42 is independently controlled by being made to open and close, respectively so that the braking slip condition of front wheels 10 and 12 is maintained at a proper condition. in addition, electromagnetism -- the closing motion valve 110 is returned to a closed state at the time of the abnormalities of electric system, and the wheel cylinders 40 and 42 by the side of a front wheel are separated from the wheel cylinders 84 and 88 by the side of a rear wheel. the electromagnetism of the liquid path 108 -- the closing motion valve 110 and electromagnetism -- the fluid pressure sensor 120 is connected to the part between the closing motion valves 112,114. Although the fluid pressure sensor 120 is a sensor which detects the fluid pressure of the wheel cylinders 40 and 42 of front wheels 10 and 12, it is also applicable to a monitor with the normal output of the fluid pressure sensor 98. electromagnetism -- when the closing motion valve 110 is in an open condition, and the detection fluid pressure by the fluid pressure sensor 98 is separated from the detection fluid pressure of the fluid pressure sensor 120, it judges that the output of the fluid pressure sensor 98 may be unusual.

[0012] the above -- electromagnetism -- the bypass path which bypasses the closing motion valve 92 -- on the way -- being alike -- a check valve 124 prepares -- having -- electromagnetism -- the bypass path which

bypasses the closing motion valve 112,114, respectively -- on the way -- being alike -- the check valve 126,128 is formed, respectively. These check valves 124,126 and 128 prevent the flow of the reverse sense, although the flow of the working fluid which goes to the master cylinder 52 with a booster from a corresponding wheel cylinder is permitted. these check valves 124,126,128 -- electromagnetism -- when the closing motion valve 92,112,114 is in a closed state and treading in of a brake pedal 50 is able to loosen, it becomes possible to return the working fluid of a wheel cylinder to the master cylinder 52 with a booster immediately. Moreover, the wheel speed sensors 130-136 which detect the rotational speed of these wheels are formed in each wheels 10, 12, 82, and 86. A braking slip condition etc. is detected based on the wheel speed detected by the wheel speed sensors 130-136.

[0013] Drawing 3 is the schematic diagram showing the configuration of linear bulb equipment 76 roughly. Linear bulb equipment 76 contains the boost linear bulb 138 and reduced pressure linear bulb 140 grade. The boost linear bulb 138 and the reduced pressure linear bulb 140 are all normally closed bulbs. The boost linear bulb 138 is equipped with the seating valve 146 which consists of the valve 144 which can be sat down and estranged to a valve seat 142 and it, and the valve 144 is energized in the taking-a-seat direction with the spring 148 as energization equipment. The movable core 150 is formed in one with the valve 144, this is countered and the fixed core 152 is formed. Although made to estrange both [ these ] the cores 150,152 of each other with the above-mentioned spring 148, it is magnetized by supplying a current to a coil 154, and the movable core 150 is attracted at the fixed core 152 side. Thereby, a valve 144 is made to estrange from a valve seat 142, and a seating valve 146 is opened. The boost linear bulb 138 is connected to the source 48 of fluid pressure, and the wheel cylinder with the sense which acts on the sense which the fluid pressure difference before and behind itself makes estrange a valve 144 from a valve seat 142. therefore, the electromagnetism of the solenoid 156 to which a valve 144 changes from the differential pressure applied force based on a fluid pressure difference, the movable core 150 and the fixed core 152, and coil 154 before and behind a seating valve 146 -- the electromagnetism the sum with driving force will stop in the location which balances with the energization force of a spring 148, and according to control of the supply current to a coil 154 -- the opening of a seating valve 146 is controllable by control of driving force. The opening of the boost linear bulb 138 can be controlled and the flow rate of a working fluid, i.e., the boost rate of a wheel cylinder, can be controlled by it. moreover, the difference of the fluid pressure of the source 48 of fluid pressure, and the fluid pressure of a wheel cylinder -- small -- becoming -- differential pressure applied force and electromagnetism -- if the sum with driving force becomes small slightly from the energization force of a spring 148, since a valve 144 will sit down to a valve seat 142 and a seating valve 146 will close, the difference of the fluid pressure of the source 48 of fluid pressure and the fluid pressure of a wheel cylinder is controllable by control of the supply current to a coil 154. Moreover, a wheel cylinder and the upstream of the boost linear bulb 138 are connected by the bypass path 158, the flow of the working fluid to the direction which goes to the source 48 of fluid pressure from a wheel-cylinder side is permitted in the bypass path 158, and the check valve 160 which prevents the flow of the reverse sense is formed in it. If the fluid pressure of a wheel cylinder becomes higher than the fluid pressure of the source 48 of fluid pressure, the working fluid of a wheel cylinder will be immediately returned through a check valve 160.

[0014] Since the structure of the reduced pressure linear bulb 140 is the same as the boost linear bulb 138, it shows the component which corresponds mutually with the same sign, and omits explanation. However, the reduced pressure linear bulb 140 is formed with the sense to which the differential pressure applied force based on the difference of the fluid pressure of a wheel cylinder and the fluid pressure of the reservoir 162 for reduced pressure acts on the sense which makes a valve 144 estrange from a valve seat 142. Therefore, the reduced pressure rate of a wheel cylinder and the differential pressure of a wheel cylinder and the reservoir 162 for reduced pressure are controllable by control of the supply current to a coil 154. Since the fluid pressure of the reservoir 162 for reduced pressure can regard it as an atmospheric pressure substantially, control of the differential pressure of a wheel cylinder and the reservoir 162 for reduced pressure turns into fluid pressure control of a wheel cylinder. The bypass path 164 which bypasses the reduced pressure linear bulb 140 and connects a wheel cylinder and the reservoir 162 for reduced pressure is formed, and the check valve 166 is formed in the bypass path 164. The flow of the working fluid from the wheel cylinder to the reservoir 162 for reduced pressure is prevented by the check valve 166.

[0015] On the other hand, the fluid pressure sensor 180 (refer to drawing 2 ) is connected to the liquid path 68, and the fluid pressure of the master cylinder 52 with a booster is detected. Since the fluid pressure of the master cylinder 52 with a booster serves as magnitude according to the operating physical force of a brake

pedal 50, it can be made into the demand damping torque value to which an operator means the damping torque corresponding to this fluid pressure. The fluid pressure of the master cylinder 52 with a booster is one mode of the amount of brakes operation relation. moreover, the stroke simulator 182 connects with the liquid path 68 -- having -- electromagnetism -- it is avoided that the stroke of a brake pedal 50 is almost set to 0 in the condition that both the closing motion valves 70 and 72 were made into the closed state.

[0016] said linear bulb equipment 76 -- and -- each -- electromagnetism -- fluid pressure control valve equipment 46 and the source of fluid pressure 48 grade containing the closing motion valve 70 and 72 grades are controlled by the brake operating unit 210 which makes a subject the computer containing PU200, ROM201, RAM202, the input section 203, and output section 204 grade. In the input section 203 of a brake operating unit 210 The steering angle of the brake switch 212 which detects that it is in the condition of having got into said each fluid pressure sensors 96 and 98, 120, 180, the wheel speed sensors 130-136, and a brake pedal 50, the horizontal G sensor 214 which detects the lateral acceleration of a car, and the steering wheel which is not illustrated the steering angle sensor 216 and ignition switch 218 grade to detect connect -- having -- the output section 204 -- the above-mentioned -- each -- electromagnetism -- it connects through the drive circuit which the solenoid 154 grade of linear bulb equipment 76 besides the solenoid of a closing motion valve does not illustrate. The brake operating unit 210 is connected to the hybrid control device 220 as shown in drawing 1, and the electric motor control device 36 and the engine-control-system 38 grade are also connected to the hybrid control device 220.

[0017] It is that to which the hybrid control unit 220 also makes a subject the computer containing PU222, ROM224, RAM226, the input section 228, and output section 230 grade. In the input section 228 The amount detection equipment 234 of accumulation of electricity which detects the amount of accumulation of electricity of accumulation-of-electricity equipment 24, the vehicle speed acquisition equipment 236 which acquires the vehicle speed, and the accelerator opening sensor 238 grade which detects the opening of the accelerator pedal which is not illustrated by detecting the opening of a throttle valve are connected. Based on the output signal from these, a control command is emitted in the electric motor control device 36, an engine control system 38, and brake-operating-unit 210 grade, or a change gear 30 is controlled directly in them.

[0018] An electric motor and the data (it is hereafter called output-torque desired value for short) showing the demand torque to the motor generator 20 as a generator are outputted to the electric motor control device 36 from the hybrid control device 220, and the information showing operating states, such as a rotational frequency of a motor generator 20 and a current, is outputted to the hybrid control device 220 from the electric motor control device 36. The operating state of a motor generator 20 is detected by generator operating state detection equipment (the encoder which detects the rotational frequency of an electric motor, the ammeter which detects the current which flows to an electric motor correspond) 240. The demand torque over a motor generator 20 has the case of driving torque, and the case of regenerative-braking torque. For example, the output regenerative-braking torque desired value to a motor generator 20 is determined as the smaller one of the regenerative-braking equipment convenience regenerative-braking torque upper limit decided based on the rotational frequency of an electric motor, the accumulation-of-electricity condition of accumulation-of-electricity equipment 24, etc., and the demand regenerative-braking torque upper limit supplied from a brake operating unit 210 although mentioned later. And the electric motor control device 36 outputs the command according to the output-torque desired value supplied from the hybrid control device 220 to an inverter 22, and a motor generator 20 is controlled so that the output torque of that approaches the demand torque corresponding to output-torque desired value. In the hybrid control device 220, the real output torque (driving torque or regenerative-braking torque) actually outputted based on the operating state of a motor generator 20 is acquired.

[0019] Moreover, demand regenerative-braking torque value is outputted to the hybrid control device 220 from a brake operating unit 210, and the real regenerative-braking torque value which is the magnitude of the regenerative-braking torque actually outputted in the motor generator 20 is outputted to a brake operating unit 210 from the hybrid control device 220. A brake operating unit 210 controls linear bulb equipment 76 so that the sum of demand regenerative-braking torque value and a demand fluid pressure damping torque value serves as the demand total damping torque value which an operator demands. Moreover, demand regenerative-braking torque value is determined according to the braking torque control program execution expressed with the flow chart of drawing 4 stored in ROM201.

[0020] The actuation in the damping device constituted as mentioned above is explained. Fluid pressure damping torque and regenerative-braking torque are added to the front wheels 10 and 12 as a driving wheel,

and fluid pressure damping torque is applied to the rear wheels 82 and 86 as a non-driving wheel without adding regenerative-braking torque. The damping torque which contains hereafter at least one side of the fluid pressure damping torque and regenerative-braking torque which are added to each wheel is called the total damping torque. Since the proportioning valve 94 is formed between rear wheels 82 and 86 and linear bulb equipment 76, the fluid pressure damping torque applied to front wheels 10 and 12 and the fluid pressure damping torque applied to rear wheels 82 and 86 will be mostly distributed as mentioned above according to an ideal allocation line. Since regenerative-braking torque is added to front wheels 10 and 12 to it, as shown in drawing 12, as for allocation with the total damping torque applied to a front wheel, and the total damping torque applied to a rear wheel, only in the part of regenerative-braking torque, a front-wheel side becomes large from an ideal allocation line. From an ideal allocation line, a front-wheel side is partially distributed so that it may become large, and damping torque calls this bias damping torque allocation \*\*\*\*. In addition, although it will not be an ideal allocation line if it says strictly since the ideal allocation line shown in drawing 12 is an allocation line realized with a proportioning valve 94 as mentioned above, it is the line it can be considered that is an ideal allocation line.

[0021] The larger one of regenerative-braking torque is desirable when raising energy efficiency. However, as mentioned above, if regenerative-braking torque is large, the total damping torque of a front wheel will become excessive to the total damping torque of a rear wheel, and the order total damping torque allocation will be far apart from ideal allocation. Moreover, it is more desirable to control regenerative-braking torque, when one [ at least ] actuation environment of regenerative-braking equipment 14 and the fluid pressure damping device 44 is not ready. Then, in this operation gestalt, demand regenerative-braking torque value outputted to the hybrid control unit 220 is not necessarily made into the demand total damping torque value which an operator means, and is made into the value according to the slip condition of a car, a revolution condition, etc., or is set to 0.

[0022] Since the fall of the total damping torque control precision applied to a wheel will be controlled as compared with the case where it does not control if regenerative-braking torque is controlled when one [ at least ] actuation environment of regenerative-braking equipment 14 and the fluid pressure damping device 44 is not ready (i.e., when the actuation environment has not reached an established state), the fall of a braking feeling can be controlled or the fall of driving stability can be controlled. In case an operator adjusts the amount of brakes operation so that the braking effects which self wants may be obtained, actuation (management of an operator) of a brakes operation member becomes easy. If regenerative-braking torque is controlled when the actuation environment of regenerative-braking equipment 14 is not ready, it is clear that management of an operator becomes easy. Also when the actuation environment of the fluid pressure damping device 44 is not ready, the management of an operator with the above-mentioned direction by which it is controlled and only fluid pressure damping torque is controlled from the case where regenerative-braking torque is controlled becomes easy. Moreover, it is more desirable for it to usually come out that the fluid pressure damping torque is larger than regenerative-braking torque, and for a certain reason, to control regenerative-braking torque rather than it controls fluid pressure damping torque. Then, when one [ at least ] actuation environment of regenerative-braking equipment 14 and the fluid pressure damping device 44 had not reached an established state (i.e., when regenerative-braking control conditions are fulfilled), regenerative-braking torque was made to be set to 0.

[0023] When detection preparation of each sensors 60, 61, 96, 98, 130-136 contained in \*\* fluid pressure damping device 44 and regenerative-braking equipment 14, 180, 212, 214 and 216, and 234, 236, 238, 240 grades has not ended regenerative-braking control conditions, \*\* It is filled when one when there is less braking travel after changing an ignition switch 218 into ON condition than the amount of setup and the elapsed time from the time of braking termination exceeds the setup time T last time [ \*\* ] of conditions is fulfilled. \*\* Although it considers as the case where there are few counts of braking as braking travel than a predetermined number N, in this operation gestalt about the case, it can also consider as accumulation operating time as braking travel.

[0024] If an ignition switch 218 is turned ON, zero point of all the sensors contained in regenerative-braking equipment 14 or the fluid pressure damping device 44 will be amended, and gain will be amended. However, when these checks are not completed, the output signal of a sensor is not exact or the information acquired based on the output signal of a sensor is not exact. For example, although acquired based on the operating state detected by generator operating state detection equipment 240, real regenerative-braking torque value cannot detect correctly the regenerative-braking torque generated actually, if the current which flows to the



rotational frequency of an electric motor or an electric motor is correctly undetectable. It becomes impossible to detect similarly the fluid pressure damping torque produced actually correctly about the fluid pressure sensor 98,120. Although demand regenerative-braking torque value and a demand fluid pressure damping torque value are determined based on the demand total damping torque value calculated based on the output signal of the fluid pressure sensor 180, it becomes impossible moreover, to calculate the demand total damping torque value correctly, when the output signal of the fluid pressure sensor 180 is not exact, but to control regenerative-braking torque and fluid pressure damping torque with a sufficient precision. It is detected based on the condition of the preparation ending flag created corresponding to the sensors of each about the sensors of each whether detection preparation was completed. A preparation ending flag will be reset if it changes an ignition switch 218 into an OFF condition, and after the detection preparation about the sensor corresponding to the flag is completed, it is set.

[0025] Moreover, when there are few counts of braking after an ignition switch 218 is switched to ON condition than a predetermined number N, in the fluid pressure damping device 44, the temperature of a working fluid is low or the temperature of a pad is low in the disk brakes 40, 42, 82, and 86 prepared in each ring. When the temperature of a working fluid is low, or when the temperature of a pad is low, it becomes impossible to be stabilized and to generate fluid pressure damping torque. When the time amount during the time of braking initiation exceeds the setup time from the time of the last braking termination this time, similarly, the temperature of a working fluid is low or the temperature of a pad is low. In addition, in this operation gestalt, although he was trying to set regenerative-braking torque to 0 when regenerative-braking control conditions were fulfilled, it can also be made zero or more minute values. Moreover, when one of the three above-mentioned conditions is filled, although regenerative-braking control conditions were fulfilled, when two or more are filled, also suppose that it was filled. Furthermore, not regenerative-braking torque but fluid pressure damping torque is able to be controlled. Moreover, control of linear bulb equipment 76 can also be forbidden.

[0026] Demand regenerative-braking torque value is determined according to the inclination of the relative slip according to the rotational-speed [ of a front wheel ], and rotational-speed order rotational-speed difference of a rear wheel. As mentioned above, by adding regenerative-braking torque to front wheels 10 and 12, allocation with the front-wheel total damping torque and the rear wheel total damping torque will be far apart from the line it can be considered that is an ideal allocation line, as shown in drawing 12. The coefficient of friction  $\mu$  of a road surface is large, and when the amount of brakes operation is not so large, a slip is small and serves as the magnitude with almost same rotational speed of front wheels 10 and 12 and rotational speed of rear wheels 82 and 86. To it, the amount of brakes operation begins to be slippery previously to the coefficient of friction  $\mu$  of a road surface from the front wheels 10 and 12 with the total damping torque large when large, and a difference arises between the rotational speed of front wheels 10 and 12, and the rotational speed of rear wheels 82 and 86.

[0027] Thus, if based on a longitudinal velocity difference, the condition of the driving stability of a car is known. When the absolute value of a longitudinal velocity difference is increasing, it turns out that the demand which the driving stability of a car is in a fall inclination, and a fall rate is [ demand ] so large that the increment inclination is large, and decreases regenerative-braking torque immediately is strong. Moreover, when the absolute value of a longitudinal velocity difference is decreasing, driving stability is in a recovery inclination, and it turns out that a recovery inclination is so large that the reduction inclination is large. Then, if regenerative-braking torque is made small based on increment inclination, the order total damping torque allocation can be brought mostly close to ideal allocation, and improvement in driving stability can be aimed at. Moreover, since it is controlled according to increment inclination, it can avoid that regenerative-braking torque is controlled superfluously, and decline in energy efficiency can be controlled. If regenerative-braking torque is enlarged based on reduction inclination, controlling regenerative-braking torque unnecessarily is avoided and it can control decline in energy efficiency. It sets in this operation gestalt and regenerative-braking torque is the relative slip  $K_s$ . Inclination  $\Delta K_s$  It is based and controlled. Relative slip  $K_s$  So that it may be expressed with formula  $K_s$

$$= |(V_{wfr} - V_{wrr}) + (V_{wfl} - V_{wrl}) / (2 \times V_s) |$$

It is  $V_s$  whenever [ car-body-speed ] about the rotational-speed difference ( $V_{wfr} - V_{wrr}$ ) of the right-hand side order wheels 12 and 86. It is  $V_s$  whenever [ car-body-speed ] about the rotational-speed difference ( $V_{wfl} - V_{wrl}$ ) of the broken value and the left-hand side order wheels 10 and 84. It is the absolute value of the average with the broken value. This value is also an absolute value of the difference of front-wheel slip ratio (value which broke the average rotational speed of front wheels 10



and 12 by whenever [ car-body-speed ]), and rear wheel slip ratio (value which broke the average rotational speed of rear wheels 82 and 86 by whenever [ car-body-speed ]).

[0028] It sets in this operation gestalt and is this demand regenerative-braking torque value  $F_m(n)$ . The demand total damping torque value  $F_d$  which an operator means [ \* ] It is decided that it will be the value of the smaller one with the first demand regenerative-braking torque value decided based on the inclination of a relative slip etc. The first demand regenerative-braking torque value is determined as the middle value of the demand regenerative-braking torque value determined based on the inclination of the above-mentioned relative slip, the last real regenerative-braking torque value, and the regenerative-braking torque limitation value determined according to the relative slip. Regenerative-braking torque limitation value floor line It is regenerative-braking torque variation  $\Delta F_m$  determined by being determined according to the table expressed on the map of drawing 7 according to the table by which demand regenerative-braking torque value is expressed to the last real regenerative-braking torque value  $F_m(n-1)$  ' on the map of drawing 8 based on the inclination of a relative slip. It considers as the applied value  $\{F_m(n-1) + \Delta F_m\}$ .

Regenerative-braking torque variation  $\Delta F_m$  As shown in drawing, it is inclination  $\Delta K_s$  of a relative slip. When it is forward (it is increasing), it considers as a negative value, and when the inclination of a relative slip is negative (it is decreasing), it considers as a forward value. Moreover, when the increment inclination and reduction inclination of a relative slip are large, it is variation  $\Delta F_m$  of regenerative-braking torque. Magnitude (magnitude of an absolute value) is also enlarged. As shown in drawing 7, a regenerative-braking torque limitation value is made smaller than the case of being small when a relative slip is large.

[0029] Therefore, when the mean value of the three above-mentioned values is the most, it is decided that it will be the demand regenerative-braking torque value determined according to speed-difference inclination. It is regenerative-braking torque variation  $\Delta F_m$  to a regenerative-braking torque limitation value being made small, when a relative slip is large and a relative slip is increasing. It becomes a negative value. It is the regenerative-braking torque limitation value floor line among three values  $\{F_m(n-1) + \Delta F_m\}$  and  $F_m(n-1)$  '  $\{F_m(n-1) + \Delta F_m\}$  ( $\Delta F_m < 0$ ) and floor line}. It becomes the minimum value of three and a mean value serves as  $\{F_m(n-1) + \Delta F_m\}$ . Moreover, when a relative slip is small and a relative slip is decreasing conversely, a regenerative-braking torque limitation value is enlarged, and it is regenerative-braking torque variation  $\Delta F_m$ . It becomes a forward value. A regenerative-braking torque limitation value turns into the greatest value of the inside which is three, and a mean value serves as  $\{F_m(n-1) + \Delta F_m\}$ . In addition, a relative slip can also be determined in consideration of the rotational-speed difference of a right-and-left wheel, and can raise the detection precision of a relative slip in that case.

[0030] Moreover, demand regenerative-braking torque value can also be determined according to extent of revolution of a car. When it is in a revolution condition and a brakes operation member is operated, or when it is during brakes operation, it is the middle of regenerative-braking torque increasing to a regenerative-braking torque upper limit and it changes into a revolution condition, the increment inclination of regenerative-braking torque is controlled. In order to raise energy efficiency, regenerative-braking torque is made to increase rapidly at the time of braking initiation, as shown in drawing 12  $R > 2$ . It is the greatest inclination decided according to the capacity of regenerative-braking equipment 14 in this operation gestalt, and is increased to a regenerative-braking torque upper limit. When it is while regenerative-braking torque increases rapidly, or when [ although the case where it is at the time of rapid increase initiation is called a braking initial state, ] a car is in a rectilinear-propagation condition in a braking initial state, even if regenerative-braking torque is enlarged rapidly, it does not interfere, but when it is in a revolution condition, it is not desirable for damping torque \*\*\*\* to become large rapidly. Then, regenerative-braking torque is made to increase with the inclination according to extent of revolution. It is that which makes the increment inclination of regenerative-braking torque small when extent of revolution is large (extent of control of increment inclination is enlarged and it considers as inclination quite smaller than the maximum inclination), and enlarges increment inclination when extent of revolution is small (extent of control of increment inclination is made small and it considers as as [ a value slightly smaller than the maximum inclination or the maximum inclination ]). Although extent of revolution is acquirable based on the lateral acceleration of a car, the amounts of control of a steering wheel, the rotational-speed difference of a right-and-left ring, the rudder angle of a tire, yaw REITO, etc., let the absolute value of lateral acceleration be revolution extent in this operation gestalt. In this operation gestalt, demand regenerative-braking torque value is determined as the smaller one of the demand total damping torque value and the regenerative-braking torque value

corresponding to revolution extent. Let regenerative-braking torque value corresponding to revolution extent be the value which added augend  $\Delta F_{up}$  of the regenerative-braking torque determined as the last real regenerative-braking torque value  $F_{m(n-1)}$  ' according to revolution extent according to the table expressed on the map of drawing 9 . If augend  $\Delta F_{up}$  of regenerative-braking torque has large revolution extent, it will be made small and the increment inclination of regenerative-braking torque will be made small.

[0031] Thus, the determined demand regenerative-braking torque value is outputted to the hybrid control unit 220. And linear bulb equipment 76 is controlled considering the value which lengthened demand regenerative-braking torque value from the demand total damping torque value as a demand fluid pressure damping torque value. It is because it can presume that regenerative-braking torque equal to the demand regenerative-braking torque value outputted to the hybrid control unit 220 was outputted actually.

[0032] It sets to the flow chart of drawing 4 , and is step 1 (it is hereafter called S1 for short.). It sets to suppose that it is the same about other steps, and is an operator's demand total damping torque value  $F_d$ . It asks and it is judged whether regenerative-braking control conditions are fulfilled in S2. When demand regenerative-braking torque value is set to 0 in S3 when the above-mentioned regenerative-braking control conditions are fulfilled, and regenerative-braking control conditions are not fulfilled, in S4, demand regenerative-braking torque value is calculated based on the inclination or revolution extent of a relative slip. S5 [ and ] -- setting -- the demand fluid pressure damping torque value  $F_{fr}$  -- the demand total damping torque value  $F_d$  from -- demand regenerative-braking torque value  $F_m$  \* It considers as the lengthened value and linear bulb equipment 76 is controlled according to it.

[0033] It is judged according to activation of the regenerative-braking control condition judging expressed with the flow chart of drawing 5 whether the regenerative-braking control conditions of S2 are fulfilled. in S21, it is judged based on the condition of each preparation ending flag whether detection preparation of all sensors was completed, it is judged in S22 whether the count of braking after the ignition switch 218 was switched to ON condition is more than the predetermined number N, and it is judged from the time of braking termination last time in S23 whether the elapsed time of the time of braking initiation is shorter than the setup time T this time. When the judgment in all the steps of S21-23 is YES, in S24, it is supposed that regenerative-braking control conditions are not fulfilled and regenerative braking is permitted. To it, when the judgment in any one step is NO, it is supposed in S25 that regenerative-braking control conditions were fulfilled, and regenerative braking is forbidden.

[0034] Activation of the demand regenerative-braking torque value decision expressed with the flow chart of drawing 6 when regenerative braking is permitted is followed, and it is demand regenerative-braking torque value  $F_m(n)$  \*. It is determined and is outputted to the hybrid control unit 220. In S41, it is judged whether a car is in a rectilinear-propagation condition, when it is in a rectilinear-propagation condition, the demand regenerative-braking torque value corresponding to speed-difference inclination is determined after S42, and when it is in a revolution condition, the demand regenerative-braking torque value corresponding to revolution extent is determined after S48. It is determined based on the rotational-speed difference of the right-and-left front wheels 10 and 12 whether be in a rectilinear-propagation condition. When smaller than the setting speed difference which can be regarded as a right-and-left rotational-speed difference being in a rectilinear-propagation condition, it is supposed that it is in a rectilinear-propagation condition, and when it is beyond the setting speed difference, it is supposed that it is in a revolution condition. In addition, it is also acquirable whether it is in a rectilinear-propagation condition based on the output value of the steering angle sensor 216.

[0035] Relative slip  $K_s$  corresponding [ on S42 and ] to the absolute value of an order rotational-speed difference when it is in a rectilinear-propagation condition The value which was calculated and lengthened the last relative slip from this relative slip in S43 is relative slip inclination  $\Delta K_s$ . It is carried out. Since activation of S42 is performed for every time interval defined beforehand, the value which lengthened the last relative slip from this above-mentioned relative slip can serve as variation per unit time amount, and it can be considered that it is inclination. It sets to S44 and is the relative slip  $K_s$ . It is based and is the regenerative-braking torque limitation value floor line. It is determined, it sets to S45 and is inclination  $\Delta K_s$  of a relative slip. It is based and is regenerative-braking torque variation  $\Delta F_m$ . It asks. And it sets to S46 and is the above-mentioned regenerative-braking torque limitation value floor line. Real regenerative-braking torque value  $F_{m(n-1)}$  ' supplied from the hybrid control unit 220, As a matter of fact, it is variation  $\Delta F_m$  to regenerative-braking torque value  $F_{m(n-1)}$  '. A mean value (the first demand regenerative-braking torque value) and the demand total damping torque  $F_d$  with the applied value  $\{F_{m(n-1)}$

' $\Delta F_m$  } Let the smaller one be demand regenerative-braking torque value. As mentioned above, when cooking,  $\{F_m(n-1) \Delta F_m\}$  will be made into demand regenerative-braking torque value.

[0036] When a car will be in a rectilinear-propagation condition, the demand regenerative-braking torque value corresponding to revolution extent is calculated. In S48, (whether it resulted in the regenerative-braking torque upper limit) is judged [ whether it is under / rapid increase / \*\*\*\*\*, and ] for regenerative-braking torque. In this operation gestalt, it is judged whether it is in the setup time beforehand defined from braking initiation. If it is in a braking initial state, it can judge with it being in the condition of having not resulted in the regenerative-braking torque upper limit. Extent S of revolution is called for and augmented  $\Delta F_{up}$  of regenerative-braking torque is determined as drawing 9 in S50 in S49 according to a map according to extent S of revolution. And it sets to S51 and is the demand total damping torque  $F_d$ . Let the smaller one with the value  $\{F_m(n-1) \Delta F_{up}\}$  which added augmented  $\Delta F_{up}$  to the last real regenerative-braking torque value  $F_m(n-1)$  be demand regenerative-braking torque value.

[0037] When it is after regenerative-braking torque results in a regenerative-braking torque upper limit to it, in S52, demand regenerative-braking torque value is determined by the option. In this case, demand regenerative-braking torque value  $F_m(n-1) *$  of last time [ \*\*\*\* / making the last real regenerative-braking torque value  $F_m(n-1)$  into this demand regenerative-braking torque value ] Regenerative-braking torque can be kept constant, such as considering as this demand regenerative-braking torque value. Moreover, when larger than the set point, it is made to decrease (making regenerative-braking torque variation  $\Delta F_m$  negative), and when smaller than the set point, revolution extent S makes it increase (making regenerative-braking torque variation  $\Delta F_m$  forward), and can carry out [ it can be sufficient for it and ].

[0038] As mentioned above, since according to the damping device of this operation gestalt demand regenerative-braking torque value is set to 0 when regenerative-braking control conditions are fulfilled, the fall of the total damping torque control precision applied to a wheel can be controlled, and the fall of driving stability can be controlled. Moreover, if regenerative-braking control conditions are no longer fulfilled, since control of regenerative-braking torque will be canceled, regenerative-braking torque can be controlled densely and decline in energy efficiency can be controlled. Furthermore, since control based on the inclination of a relative slip and the so-called derivative control are performed, as compared with the case where it is controlled according to a longitudinal velocity difference, control delay of regenerative-braking torque can be made small, it can bring close to ideal allocation immediately, and the fall of driving stability can be controlled good. Moreover, since the increment inclination of the regenerative-braking torque added to a front wheel according to revolution extent is controlled, regenerative-braking torque may be increased according to an operator's allowances. An operator becomes possible [ making steering correction with allowances ], even if damping torque allocation \*\*\*\* arises.

[0039] as mentioned above, in this operation gestalt, the control means corresponding to speed-difference inclination is constituted by the part which memorizes and performs S42-47 of a brake operating unit 210, and the control means corresponding to revolution extent constitutes by the part which memorizes and performs S49-51 -- having -- S -- a regenerative-braking torque control means is constituted by the part which memorizes and performs 2 and 3.

[0040] In addition, in the above-mentioned operation gestalt, when it is in a rectilinear-propagation condition, the demand regenerative-braking torque value corresponding to speed-difference inclination is determined, when it was to a revolution condition, he was trying to be determined in the demand regenerative-braking torque value corresponding to revolution extent, but even if it is to a rectilinear-propagation condition and is to a revolution condition, the demand regenerative-braking torque value corresponding to speed-difference inclination can be determined. Since a longitudinal velocity difference arises even if it is in a revolution condition, demand regenerative-braking torque value can be determined according to it. It is not indispensable that the demand regenerative-braking torque value and the demand regenerative-braking torque value corresponding to revolution extent corresponding to speed-difference inclination are calculated alternatively, and either of these should just be called for. Moreover, it sets in the above-mentioned operation gestalt, and is longitudinal velocity difference inclination  $\Delta K_s$  to the last real regenerative-braking torque value. Although the value which added the regenerative-braking torque variation responded and determined, and the value which added the variation determined according to revolution extent were calculated, the value which added such variation to the last demand regenerative-braking torque value can be calculated. It is because it can presume that the real regenerative-braking torque value according to demand regenerative-braking torque value is outputted.

Furthermore, taking into consideration a regenerative-braking torque limitation value can also make the first demand regenerative-braking torque value the smaller one with the demand regenerative-braking torque value determined based on the last real regenerative-braking torque value and the last relative slip inclination rather than it is indispensable. moreover, S -- 48 or 52 steps are not indispensable. When it is in a revolution condition, it is a thing also with sufficient S49-51 being performed and the increment inclination of regenerative-braking torque also being controlled.

[0041] Furthermore, different conditions from the aforementioned \*\* - \*\* can also be added to the regenerative-braking control conditions in the above-mentioned operation gestalt. For example, at least one side with the case where it is in the setting range where the case where \*\* OAT is below laying temperature, and \*\* humidity were defined beforehand can be added. \*\* When an OAT is low, it can be presumed that the temperature of a pad and the temperature of a working fluid are low. \*\* Since coefficient of friction of a pad will become high if humid, and coefficient of friction will become low if humidity is low, when there is no humidity into a setting range, the variation in coefficient of friction becomes large. Moreover, although it was judged whether detection preparation was completed in \*\* in the above-mentioned operation gestalt about all the sensors contained in each of regenerative-braking equipment 14 and the fluid pressure damping device 44 It is detected whether detection preparation was completed only about the sensor used for control of regenerative-braking torque and control of fluid pressure damping torque, or Among those, it can enable it to detect whether the detection preparation only about a sensor especially with the large effect on a torque control was completed. In regenerative-braking equipment 14, from vehicle speed detection equipment 236, generator operating state detection equipment 240 and the amount detection equipment 234 of accumulation of electricity have the large effect on control, and it can use them as a sensor with a high significance. In the fluid pressure damping device 44, the wheel speed sensors 130-136, the lateral acceleration sensor 214, and the fluid pressure sensor 180 can be used as a sensor with a significance higher than the fluid pressure sensors 96, 98, and 120 and the steering angle sensor 216. \*\* It sets, and when the detection preparation about at least one of two or more sensors defined further beforehand is completed, suppose that detection preparation was completed. When the output value of other sensors can be substituted for the output value of the sensor of 1, either detection preparation of the sensor of 1 and other sensors should just be completed. For example, even if both detection preparations are not completed, when the most, if one of detection preparations is completed, it is enough [ the fluid pressure sensor 98 and the fluid pressure sensor 120 ].

[0042] Furthermore, combining a regenerative-braking control condition judging and demand regenerative-braking torque decision can perform separately rather than it is indispensable. Moreover, the demand regenerative-braking torque value corresponding to speed-difference inclination can be determined as the flow chart of not only the case in the above-mentioned operation gestalt but drawing 10 according to activation of the demand regenerative-braking torque value decision routine showing a part. It sets in this operation gestalt and demand regenerative-braking torque value is the relative slip  $K_s$ . It is with the case of being larger than the set point  $K_{s1}$ , and the case of being small, and is determined by different approach. In being larger than the set point  $K_{s1}$ , it decreases regenerative-braking torque with the inclination according to relative slip inclination, and in the case of the one or less set point  $K_s$ , it is kept constant. Moreover, when larger than the set point  $K_{s1}$ , as shown in drawing 11, when the increment inclination of a relative slip is large, the decrement of regenerative-braking torque is enlarged, but even if reduction inclination has a relative slip, regenerative-braking torque is not increased and it is kept constant. Thus, in this operation gestalt, a relative slip is larger than the set point  $K_{s1}$ , and when it is increment inclination, regenerative-braking torque is decreased, but when other, it is kept constant. By it, the change frequency of regenerative-braking torque can be lessened, aggravation of a braking feeling can be controlled and the life of regenerative-braking equipment 14 can be lengthened. Moreover, since the decrement of regenerative-braking torque is made so large that the increment inclination of a relative slip is large, a relative slip can be brought close to the set point  $K_{s1}$  immediately.

[0043] S402,403 -- setting -- Above S -- the relative slip  $K_s$  asks like 42 and 43 -- having -- relative slip inclination  $\Delta K_s$  It asks. And it sets to S404 and is the relative slip  $K_s$ . It is judged whether it is larger than the set point  $K_{s1}$ . When larger than the set point  $K_{s1}$ , a coefficient A is set to 1 in S405,406. Relative slip inclination  $\Delta K_s$  Regenerative-braking torque decrement  $\Delta F_{mr}$  is determined according to the table which is based and is expressed on the map of drawing 11, and it sets to S407. the demand total damping torque value  $F_d$  the smaller one with the value  $\{F_m(n-1) - \Delta F_{mr}\}$  which lengthened the last real regenerative-braking torque value  $F_m(n-1)$  ' to decrement  $\Delta F_{mr}$  -- demand regenerative-braking torque

value  $F_m^{***}$  -- it is carried out. Here, it can also restrict so that demand regenerative-braking torque value may not become zero or less. For example, let the mean value of  $\{F_d, F_m(n-1) - \Delta F_{mr}, 0\}$  be demand regenerative-braking torque value.

[0044] It is the longitudinal velocity difference (relative slip)  $K_s$  to it. When it is the one or less set point  $K_s$ , a coefficient  $A$  is set to 0 in S408. It sets to S407 and is demand regenerative-braking torque value  $F_m^*$ . Although determined, since a coefficient  $A$  is 0, it considers as the smaller one of the demand total damping torque value  $F_d$  and the last real regenerative-braking torque value  $F_m(n-1)$ . In this case, regenerative-braking torque will be maintained at a fixed value. In addition, relative slip  $K_s$  Regardless of the magnitude of the set point  $K_{s1}$ , it is relative slip inclination  $\Delta K_s$ . When it is increasing, regenerative-braking torque is decreased, and when it is decreasing, regenerative-braking torque may be made to be maintained at a fixed value. Also in this case, controlling the change frequency of regenerative-braking torque, decline in energy efficiency can be controlled and the fall of car driving stability can be controlled.

[0045] Furthermore, structure of regenerative-braking equipment 14 and the fluid pressure damping device 44 can also be made into the thing of not only it in the above-mentioned operation gestalt but other structures. the fluid pressure damping device 44 -- setting -- for example, the proportional-spacing bulb 94 -- not indispensable -- two or more electromagnetism for antilock control -- controlling is possible so that front-wheel fluid pressure damping torque and rear wheel fluid pressure damping torque may be distributed by control of closing motion valve 92, 104 grade according to an ideal allocation line. moreover, the electromagnetism for antilock control -- it is not indispensable, and linear bulb equipment 76 can be formed for every ring, or the closing motion valves 92 and 112 and 114, 117, 118, 140 grades can also form linear bulb equipment 76 in a front-wheel and rear wheel side, respectively. It is also possible to also control front-wheel fluid pressure braking torque and rear wheel fluid pressure braking torque by control of linear bulb equipment 76 according to an ideal allocation line in these cases and to perform antilock control. furthermore, linear bulb equipment 76 -- two or more electromagnetism -- a closing motion valve shall be included or the source 48 of fluid pressure can also be made into the source of power type fluid pressure containing one or more pumping plant apart from a master cylinder with a booster. The fluid pressure supplied to each wheel cylinder is also controllable by control of pumping plant. Control of a solenoid valve is not limited to the above-mentioned operation gestalt, either.

[0046] Furthermore, it can consider as the electric friction-damping equipment by which a pad is pushed against Rota with an electric motor instead of the fluid pressure damping device 44, or, in addition to the fluid pressure damping device 44, electric friction-damping equipment can be formed. In regenerative-braking equipment 14, an electric motor can also be formed for every ring. Moreover, in the above-mentioned operation gestalt, although the brake operating unit 210, the hybrid control unit 220, and the control unit that makes a subject the computer of electric motor control unit 36 grade plurality were formed in the damping device, these can be made into one computer or two or three can also be used as one computer. Moreover, the demand total braking torque which an operator means can be acquired based on the control input of a brake pedal 10 etc., although he was trying to be acquired based on the fluid pressure of a master cylinder. Moreover, the car applied is also applicable not only to a hybrid car but an electric vehicle. Furthermore, you may be not only a front drive vehicle but a rear drive vehicle. In addition, this invention can be carried out in the mode which performed various deformation and amelioration besides the mode indicated by the column of the above [Object of the Invention, a technical-problem solution means, and effectiveness].

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the schematic diagram of the whole car containing the damping device which is 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the fluid pressure damping device contained in the above-mentioned damping device.

[Drawing 3] It is the schematic diagram showing roughly the structure of the linear bulb equipment contained in the above-mentioned damping device.

[Drawing 4] It is a flow chart showing the braking torque control program stored in ROM of the brake operating unit of the above-mentioned fluid pressure damping device.

[Drawing 5] It is the flow chart which shows the contents of activation of S2 of the above-mentioned braking torque control program.

[Drawing 6] It is the flow chart which shows the contents of activation of S4 of the above-mentioned braking torque control program.

[Drawing 7] It is a map showing the relation of the relative slip and regenerative-braking torque limitation value which were stored in ROM of the above-mentioned brake operating unit.

[Drawing 8] It is a map showing the relation of the relative slip inclination and regenerative-braking torque variation which were stored in ROM of the above-mentioned brake operating unit.

[Drawing 9] It is a map showing the relation of the revolution extent and regenerative-braking torque augend which were stored in ROM of the above-mentioned brake operating unit.

[Drawing 10] It is a flow chart showing a part of braking torque control program stored in ROM of the brake operating unit contained in the damping device which is 1 another operation gestalt of this invention.

[Drawing 11] It is a map showing the relation of the relative slip inclination and regenerative-braking torque decrement which were stored in ROM of the above-mentioned brake operating unit.

[Drawing 12] It is drawing for explaining this invention, and is drawing showing the relation between the front-wheel total damping torque and the rear wheel total damping torque.

### [Description of Notations]

14 Regenerative-Braking Equipment

20 Motor Generator

36 Electric Motor Control Unit

44 Fluid Pressure Damping Device

76 Linear Bulb Equipment

130-136 Wheel speed sensor

138 Boost Linear Bulb

140 Reduced Pressure Linear Bulb

180 Fluid Pressure Sensor

210 Brake Operating Unit

214 Horizontal G Sensor

216 Steering Angle Sensor

220 Hybrid Control Unit

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-344078

(P2000-344078A)

(43)公開日 平成12年12月12日(2000. 12. 12)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\*(参考)

B 6 0 T 8/26

B 6 0 T 8/26

Z 3 D 0 4 5

B 6 0 L 7/18

B 6 0 L 7/18

5 H 1 1 5

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 20 頁)

(21)出願番号

特願平11-158313

(22)出願日

平成11年6月4日(1999. 6. 4)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 深沢 司

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100079669

弁理士 神戸 典和 (外3名)

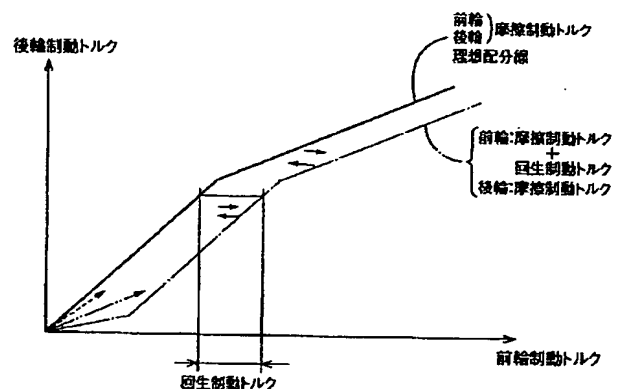
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 制動装置

(57)【要約】

【課題】前輪駆動車両に搭載され、回生制動装置と前、後液圧制動トルクが理想配分線に従って配分される液圧制動装置とを含む制動装置において、車両の操縦安定性の低下を抑制しつつ、エネルギー効率の低下を抑制する。

【解決手段】前後回転速度差に応じた相対スリップの増加勾配が大きい場合は小さい場合より回生制動トルクが小さくされる。それによって、前後総制動トルク配分を理想配分に近づけることができ、操縦安定性の低下を抑制することができる。また、回生制動トルクが相対スリップの勾配に応じて抑制されるため、回生制動トルクが過剰に抑制されることがなく、エネルギー効率の過剰の低下を抑制することができる。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】車両の駆動輪に、電動モータの回生制動により回生制動トルクを加える回生制動装置と、その回生制動装置を制御することにより、前記回生制動トルクを制御する回生制動トルク制御装置とを含む制動装置であって、前記回生制動トルク制御装置が、前記車両の前輪の回転速度と後輪の回転速度との差である前後速度差の絶対値の勾配に基づいて前記回生制動トルクを制御する速度差勾配対応制御手段を含むことを特徴とする制動装置。

【請求項2】車両の車輪に、電動モータの回生制動により回生制動トルクを加える回生制動装置と、その回生制動装置を制御することにより、前記回生制動トルクを制御する回生制動トルク制御装置とを含む制動装置であって、前記回生制動トルク制御装置が、前記車両の旋回の数値に基いて前記回生制動トルクを変化させる旋回程度対応制御手段を含むことを特徴とする制動装置。

【請求項3】車両の車輪に、電動モータの回生制動により回生制動トルクを加える回生制動装置と、前記車輪と共に回転するブレーキ回転体に摩擦部材を摩擦係合させることにより、車輪に摩擦制動トルクを加える摩擦制動装置と、これら回生制動装置と摩擦制動装置との少なくとも一方を制御することにより、前記車輪に加えられる回生制動トルクと摩擦制動トルクとの少なくとも一方を含む総制動トルクを制御する総制動トルク制御装置とを含む制動装置であって、前記総制動トルク制御装置が、①当該制動装置に含まれるセンサのうちの予め定められたものの検出準備が終了する以前である場合と、②車両のイグニッションスイッチがON状態に切り換わってからの前記摩擦制動装置の作動量が予め定められた設定作動量より少ない場合と、③前記摩擦制動装置の直前の作動終了時からの経過時間が予め定められた設定時間を越えた場合との少なくとも1つの場合に、前記回生制動トルクを予め定められた設定値に抑制する回生制動トルク抑制手段を含むことを特徴とする制動装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回生制動装置を備えた制動装置に関するものであり、特に、回生制動トルクの制御に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】回生制動装置を備えた制動装置の一例が、特開平5-161213号公報に記載されている。この公報に記載の制動装置においては、制動中に旋回状態が予め定められた設定状態以上になった場合に、回生優先モードから回生抑制モードに切り換えられる。回生抑制モードに切り換えられると、制動力の前後配分が理

想配分に近づけられるため、車両の操縦安定性の低下を抑制することができる。しかし、回生抑制モードにおいては、旋回の数値とは関係なく回生制動トルクが同様に抑制されるため、旋回の数値によっては、回生制動トルクが抑制され過ぎ、エネルギー効率が悪くなるという問題があった。また、上述の制動装置においては、回生制動装置に異常が生じた場合には、回生制動トルクが0にされるようにされていた。

## 【0003】

10 【発明が解決しようとする課題、課題解決手段および効果】以上の事情を背景とする本発明の課題は、車両の操縦安定性の低下を抑制しつつエネルギーの有効利用を図ることであり、具体的には、回生制動トルクのきめ細かな定量制御を行うことや、回生制動トルクの抑制制御をきめ細やかに行うこと等によって、回生制動トルクの過剰な抑制を回避しつつ操縦安定性の低下を抑制することである。この課題は、制動装置を下記各態様のものとして解決される。各態様は、請求項と同様に、項に区分し、各項に番号を付し、必要に応じて他の項の番号を引用する形式で記載する。これは、あくまでも本発明の理解を容易にするためであり、本明細書に記載の技術的特徴およびそれらの組み合わせが以下の各項に限定されると解釈されるべきではない。また、1つの項に複数の事項が記載されている場合、それら複数の事項は常に一緒に採用しなければならないわけではなく、一部の事項のみを採用することも可能である。

20 (1)車両の駆動輪に、電動モータの回生制動により回生制動トルクを加える回生制動装置と、その回生制動装置を制御することにより、前記回生制動トルクを制御する回生制動トルク制御装置とを含む制動装置であって、前記回生制動トルク制御装置が、前記車両の前輪の回転速度と後輪の回転速度との差である前後速度差の絶対値の勾配に基づいて前記回生制動トルクを制御する速度差勾配対応制御手段を含むことを特徴とする制動装置（請求項1）。本項に記載の制動装置においては、回生制動トルクが、前後速度差の絶対値の勾配に基づいて制御されるため、前後速度差の絶対値自体に基づいて制御される場合に比較して、回生制動トルクの抑制遅れが小さくて済み、操縦安定性の低下が早期に抑制される。その結果、回生制動トルクが抑制され過ぎてエネルギー効率が悪くなることを回避することができる。ただし、本発明においても、前後速度差の絶対値自体をも制御に利用することが排除されるわけではない。本発明によればさらに、ブレーキ操作部材の操作量や操作変化量、ステアリングホイールの操舵量、路面の摩擦係数 $\mu$ 等によらないで回生制動トルクを制御できるため、これらを検出する装置を設けることが不可欠ではなくなるという利点もある。ただし、本発明においてもこれら検出装置の併用が排除されるわけではない。回生制動トルクは、前後速度差の絶対

値の勾配に応じて連続的に変化させられても、段階的に変化させられてもよい。前後速度差は、前輪の回転数と後輪の回転数との差を取得する速度差取得装置によって取得されるが、本制動装置がアンチロック制御可能な制動装置である場合には、前後速度差を、アンチロック制御用の車輪回転速度検出装置によって検出できるため、回生制動トルク制御専用の速度差取得装置を設ける必要がなくなり、コストアップを回避することができる。なお、回生制動トルクの制御は、結果として前後速度差の勾配に基づいて制御したことになるればよく、前後速度差自体の勾配に基づいて回生制動トルクを制御することは不可欠ではない。例えば、前後速度差に比例する量の勾配に基づいて回生制動トルクを制御してもよいのであり、前後速度差を車体速度で割った値の勾配に基づく制御がその一例である。また、前後速度差の勾配としては、前後速度差の微分値や、単位時間当たりの変化量等が該当する。

(2) 当該制動装置が、前記車両の前輪と後輪とにそれぞれ摩擦部材を摩擦係合させることによってそれら車輪に摩擦制動トルクを加える摩擦制動装置を含み、かつ、その摩擦制動装置が、前輪の摩擦制動トルクと後輪の摩擦制動トルクとを、ほぼ理想配分線に従って配分する摩擦制動トルク配分装置を含む(1) 項に記載の制動装置。摩擦制動トルクは、駆動輪にも非駆動輪にも加えられるが、回生制動トルクは、駆動輪に加えられ非駆動輪には加えられない。すなわち、駆動輪には、回生制動トルクと摩擦制動トルクとの両方が加えられ、非駆動輪には、摩擦制動トルクのみが加えられることになる。このように、車輪には、回生制動トルクと摩擦制動トルクとの少なくとも一方が加えられるが、本明細書においては、車輪に加えられる制動トルク(回生制動トルクと摩擦制動トルクとの少なくとも一方)を総制動トルクと称する。本制動装置が、例えば、後輪が非駆動輪である車両に搭載された場合には、図12に示すように、非駆動輪としての後輪に加えられる総制動トルクより駆動輪としての前輪に加えられる総制動トルクの方が回生制動トルク分だけ大きくなる。摩擦係数 $\mu$ が高い路面上において、総制動トルクが比較的低い状態で制動が行われる場合には、前輪、後輪のいずれにおいてもスリップが小さく、前輪の回転速度と後輪の回転速度とはほぼ同じ大きさになる。それに対して、路面の摩擦係数 $\mu$ との関係において総制動トルクが大きい場合には、前輪が後輪より先にスリップし、前輪と後輪とで回転速度差が生じる。回生制動トルクが大きい場合は小さい場合より、前輪の総制動トルクと後輪の総制動トルクとの差が大きくなり、制動トルク配分の前輪への偏りが大きくなる。この偏りを制動トルク配分偏与と称するが、制動トルク配分偏与が大きいと、前輪先行スリップの傾向がより顕著になり、前後速度差が生じやすくなる。この場合、前後速度差の絶対値の勾配に応じて回生制動トルクを抑制すれば、早

期に制動トルク配分偏与を小さくして理想配分に近づけることができる。摩擦制動トルク配分装置は、例えば、前輪の摩擦制動トルクと後輪の摩擦制動トルクとを別個に制御可能な前後独立摩擦制動トルク制御装置としたり、プロポーショニングバルブとしたりすることができる。摩擦制動装置が、車輪とともに回転する回転体(ロータ)に摩擦係合部材(パッド)をホイールシリンダに供給された液圧により摩擦係合させる液圧制動装置である場合に、プロポーショニングバルブを後輪側の液圧系統に設けるのである。入力液圧が設定圧(折れ点液圧)以上になると、プロポーショニングバルブの出力液圧(後輪側の液圧)の増加が入力液圧の増加に対して抑制されるため、後輪側の液圧が前輪側の液圧に対して抑制される。なお、図12に示す理想配分線は、プロポーショニングバルブによって実現し得る線であり、理想配分線とみなし得る線である。

(3) 前記回生制動装置が、前記回生制動トルクを前記前輪と後輪とのいずれか一方に加え、他方に加えないものである(2) 項に記載の制動装置。本項に係る制動装置は非駆動輪を含む車両に搭載される。非駆動輪は前輪であっても後輪であってもよい。

(4) 前記速度差勾配対応制御手段を、前後速度差の絶対値の増加勾配に基づいて回生制動トルクを抑制する速度差増加時抑制手段と、前後速度差の絶対値の減少勾配に基づいて回生制動トルクを増加させる速度差減少時増加手段との少なくとも一方を含む(1) 項ないし(3) 項のいずれか1つに記載の制動装置。前後速度差の絶対値の勾配の正、負に基づけば、車両の操縦安定性が低下傾向にあるか回復傾向にあるかを検出することができ、その勾配の大きさに基づけば、操縦安定性の低下速度、回復速度を検出することができる。それに対応して、回生制動トルクが、勾配の正、負に基づいて制御されるようにしても、勾配の大きさに基づいて制御されるようにしてもよく、いずれにしても、操縦安定性の変化傾向に応じて制御されたことになる。例えば、前後速度差の絶対値の変化勾配が正の値である場合(増加傾向にある場合)には、その増加勾配に応じて回生制動トルクを小さくし、負の値(減少傾向にある場合)である場合には、その減少勾配に応じて大きくする。前後速度差の絶対値の増加勾配に応じて回生制動トルクが抑制されるようにすれば、前後総制動トルク配分を理想配分に近づけることができ、操縦安定性の低下を抑制することができる。また、例えば、単純に、前後速度差の絶対値が設定値以上である場合には回生制動トルクの付与が停止されるようにする場合に比較して、回生制動トルクが過剰に抑制されることを回避し、エネルギー効率の低下を抑制することができる。また、減少勾配に応じて回生制動トルクが大きくされるようにすれば、エネルギー効率の低下を良好に回避することができる。

(5) 前記速度差勾配対応制御手段が、前記前後速度差

の絶対値の勾配に応じた勾配で回生制動トルクを変化させる速度差勾配対応勾配制御手段を含む(1)項ないし(4)項のいずれか1つに記載の制動装置。前後速度差の増加勾配の大きさに応じた勾配で回生制動トルクを減少させれば、車両の操縦安定性の低下速度に応じた速さで理想配分に近づけることができ、操縦安定性の低下を良好に回避することができる。また、減少勾配の大きさに応じた勾配で回生制動トルクを増加させれば、操縦安定性の回復速度に応じた速さでエネルギー効率を向上させることができる。

(6)前記速度差勾配対応制御手段が、前記回生制動トルクの変更を抑制する変更抑制手段を含む(1)項ないし(5)項のいずれか1つに記載の制動装置。回生制動トルクの変更頻度が多いと、回生制動装置の寿命が短くなったり、運転者の制動フィーリングが悪くなったりする場合がある。これらの場合には、回生制動トルクの変更を抑制することが望ましい。例えば、前後速度差の絶対値が設定値より小さい場合と、前後速度差の絶対値の勾配が設定勾配より小さい場合との少なくとも一方において、回生制動トルクを一定の大きさに保つのである。その結果、回生制動トルクの変更頻度が少なくなり、回生制動装置の耐久性の低下を抑制したり、制動フィーリングの悪化を抑制したりすることができる。

(7)当該制動装置が、前記車輪と共に回転するブレーキ回転体に摩擦部材を摩擦係合させることによって車輪に摩擦制動トルクを加える摩擦制動装置と、その摩擦制動装置と前記回生制動装置との少なくとも一方を制御することにより、前記摩擦制動トルクと回生制動トルクとの少なくとも一方を含む各車輪の総制動トルクを制御する総制動トルク制御装置とを含む(1)項ないし(6)項のいずれか1つに記載の制動装置。例えば、各車輪の総制動トルクを、運転者が要求する要求総制動トルクに近づくように制御することができる。この場合には、要求総制動トルクを、運転者のブレーキ操作部材の操作量、操作量に応じて発生する物理量等に基づいて取得する要求総制動トルク取得装置を設けることが望ましい。

(8)前記回生制動トルク制御装置が、前記車両の旋回程度に応じた勾配で前記回生制動トルクを変化させる旋回程度対応制御手段を含む(1)項ないし(7)項のいずれか1つに記載の制動装置。旋回程度に応じた勾配で回生制動トルクを変化させれば、旋回程度に応じた速さで操縦安定性の低下を抑制することができ、エネルギー効率が過剰に低下することを良好に回避することができる。

(9)前記回生制動トルク制御装置が、前記車両が直進状態にある場合に前記速度差勾配対応制御手段を選択し、旋回状態にある場合に前記旋回程度対応制御手段を選択する制御手段選択手段を含む(8)項に記載の制動装置。本項に記載の制動装置においては、車両が直進状態にあっても、旋回状態にあっても、回生制動トルクが良

好に制御される。なお、前記車両が直進状態にあるか旋回状態にあるかを検出する走行状態取得装置を設けることが望ましい。走行状態取得装置は、旋回の程度を取得する旋回状態取得装置に兼ねさせることができる。

(10)当該制動装置が、前記車輪と共に回転するブレーキ回転体に摩擦部材を摩擦係合させることにより、車輪に摩擦制動トルクを加える摩擦制動装置を含み、前記回生制動トルク制御装置が、前記回生制動装置と摩擦制動装置との少なくとも一方の作動環境が予め定められた設定状態に達していない場合に、前記回生制動トルクを予め定められた設定値に抑制する回生制動トルク抑制手段を含む(1)項ないし(9)項のいずれか1つに記載の制動装置。回生制動装置や摩擦制動装置の作動環境が設定状態に達していない状態においても、運転者によるブレーキ操作が行われれば制動装置が作動するようにしなければならない。この場合、実際に生じさせられる制動効果(車両減速度等)が運転者によるブレーキ操作量(ブレーキ操作部材の操作力、操作ストローク、操作時間等)に対応する大きさから外れることがあり得、運転者は自己の欲する制動効果が得られるようにブレーキ操作量を加減することが必要である。回生制動装置の作動環境が設定状態に達していない場合には、回生制動トルクが予め定められた設定値(0あるいはそれに近い小さい値が望ましい)に抑制される方が、運転者による上記対処が容易であることは自明である。それに対して、摩擦制動装置の作動環境が設定状態に達していない場合はやや複雑である。まず、回生制動装置は常に作動させ得るとは限らないため、あるいは回生制動装置により生じさせ得る制動効果の最大値は比較的小さいのが普通であるため、摩擦制動装置の作動を停止させ、あるいは予め定められた小さい設定値に抑制することは不可能であるのが普通である。そして、摩擦制動装置が、ブレーキ操作量に応じて電氣的に作動を制御されるものである場合に、その摩擦制動装置の作動環境が設定状態に達していなければ、ブレーキ操作量に現れた運転者の意図と、実際に生じさせられる摩擦制動トルクの大きさととのずれが大きくなる可能性がある。この事態に運転者が対応する場合、回生制動装置の作動環境が設定状態に達しておらず、回生制動トルクの制御が不適切である場合は勿論、回生制動トルクの制御が適切に行われる場合であっても、摩擦制動トルクと回生制動トルクとの和である総制動トルクに応じて発生する制動効果が意図する大きさになるように、ブレーキ操作量を加減するより、回生制動トルクを含まない総制動トルクに応じて発生する制動効果が意図する大きさになるように、ブレーキ操作量を加減する方が容易である場合が多い。摩擦制動装置が、ブレーキ操作力に応じたマスタシリンダ液圧がホイールシリンダに伝達されることにより、摩擦部材がブレーキ回転体に押し付けられる単純な液圧ブレーキ装置である場合にも、ブレーキ液の温度が低く粘性が高い等、作動環

境が設定状態に達していない状態では、回生制動トルクが0またはそれに近い値に抑制される方が運転者の対処が容易になる。そこで、本項の制動装置においては、回生制動装置と摩擦制動装置との少なくとも一方の作動環境が予め定められた設定状態に達していない場合に、回生制動トルク抑制手段により回生制動トルクを予め定められた設定値に抑制することとしたのである。作動環境が設定状態に達したか否かは、例えば、回生制動抑制条件を満たすか否かに基づいて検出することができる。回生制動抑制条件は、以下に示す①～③の少なくとも1つとすることができる。

①当該制動装置に含まれるセンサのうちの予め定められたものの検出準備が終了する以前である場合・・・例えば、センサの0点補正やゲインの補正が終了する前には、現実に加えられた回生制動トルクや摩擦制動トルクを正確に取得することができなかつたり、摩擦制動トルクや回生制動トルクを制御するための情報を正確に取得することができなかつたりする。なお、センサ各々について検出準備が終了したか否かは、例えば、センサ各々に対応して設けられた準備終了フラグの状態に基づいて検出することができる。準備終了フラグが、イグニッションスイッチがOFFにされた場合にリセットされ、0点補正やゲイン補正等の準備が終了した場合にセットされるようにすれば、準備終了フラグがセット状態にあれば、そのフラグに対応するセンサの検出準備が終了したとすることができる。

②車両のイグニッションスイッチがON状態に切り換わってからの摩擦制動装置の作動量が予め定められた設定作動量より少ない場合・・・例えば、車両の運転が開始されてからの摩擦制動装置の作動回数、積算作動時間等の作動量が少ない時期には、加えられる摩擦制動トルクの大きさにばらつきが生じたり、摩擦制動トルクを精度よく制御できなかつたりすることが多い。摩擦制動装置において、摩擦係合部材としてのパッドの温度が低い場合や、摩擦制動装置が液圧制動装置である場合において、作動液の温度が低く粘性が高い場合等が該当する。

③摩擦制動装置の前の作動終了時からの経過時間が予め定められた設定時間を越えた場合・・・例えば、前回摩擦制動装置の作動終了時から長時間が経過した場合には、加えられる摩擦制動トルクの大きさにばらつきが生じたり、摩擦制動トルクを精度よく制御できなかつたりすることが多い。

以上、回生制動抑制条件の一例を示したが、回生制動抑制条件は、本項に記載のものに限らず、さらに別の条件を含むものとしたり、①～③の少なくとも1つを他の条件に代えたりすることができる。なお、摩擦制動装置が電氣的な摩擦制動トルク制御装置を備えたものである場合、回生制動トルクが抑制される際に、電氣的な制御が行われるようにしても、行われないうようにしてもよい。また、回生制動トルクの設定値を0とする場合、回生制

動抑制条件を回生制動禁止条件と称することもできる。

(11) 車両の車輪に、電動モータの回生制動により回生制動トルクを加える回生制動装置と、その回生制動装置を制御することにより、前記回生制動トルクを制御する回生制動トルク制御装置とを含む制動装置であって、前記回生制動トルク制御装置が、車両の旋回の程度に応じた勾配で前記回生制動トルクを変化させる旋回程度対応制御手段を含む制動装置(請求項2)。本項に記載の制動装置においては、旋回の程度に応じた勾配で回生制動トルクが変化させられる。回生制動トルクの変化勾配は、旋回の程度に応じて連続的に変化させられても、段階的に変化させられてもよい。旋回の程度は、ステアリングホイールの操舵量、タイヤの舵角、車両の横加速度、左右輪回転速度差、車両のヨーレート等に基づいて取得することができる。

(12) 当該制動装置が、前記車輪と共に回転するブレーキ回転体に摩擦部材を摩擦係合させることにより車輪に摩擦制動トルクを加えるとともに、前輪の摩擦制動トルクと後輪の摩擦制動トルクとを、理想配分線に従って配分する摩擦制動装置を含み、かつ、前記回生制動トルク制御装置が、制動が開始された場合に、駆動輪に加えられる回生制動トルクを回生制動トルク上限値まで急増させる制動初期回生制動トルク急増手段を含み、前記旋回程度対応制御手段が、前記旋回の程度に応じて前記制動初期回生制動トルク急増手段による回生制動トルクの増加勾配を抑制する増加勾配抑制手段を含む(11)項に記載の制動装置。本項における増加勾配抑制制御は、制動初期で回生制動トルクが回生制動トルク上限値に至っていない場合、すなわち、回生制動トルクの急増中に行われる。回生制動トルクは、エネルギー効率を高めるために、制動が開始された場合に急増させられることが望ましい。回生制動トルク上限値は、例えば、蓄電状態や電動モータの回転数等(回生制動装置の状態)に基づいて決まる回生制動トルク値と運転者の要求する制動トルクに基づいて決まる回生制動トルク値との小さい方に決定することができる。しかし、(2)項に関して説明したように、回生制動トルクが急増させられると、駆動輪への制動トルク配分偏与が急激に大きくなる。車両が直進状態にある場合には、制動トルク配分偏与が急激に大きくなっても差し支えない場合が多いが、旋回状態にある場合には望ましくない場合が多い。そこで、回生制動トルクの増加勾配を旋回の程度に応じて抑制すれば、制動トルク配分偏与速度を抑制することができ、操縦安定性の低下を抑制することができる。このように、制動トルク配分偏与速度を抑制する代わりに、制動トルク配分偏与を禁止することも考えられる。旋回状態にある場合に、前後配分が変わるとステアリングホイールの操舵修正が必要になる場合があり、旋回の程度が大きいほどその必要性が大きくなるのであるが、それは望ましいことではないからである。しかし、制動トルク配分偏与を禁止す

るということは、回生制動トルクの増加を禁止することであり、エネルギー効率が悪くなる。それに対し、本項に記載の制動装置におけるように、旋回の程度に応じて、すなわち、操舵修正の必要性が大きいほど緩やかに前後配分を変化させれば、操縦安定性の低下とエネルギー効率の低下とを共に抑制することができる。

(13) 当該制動装置が、前記車輪と共に回転するブレーキ回転体に摩擦部材を摩擦係合させることにより車輪に摩擦制動トルクを加えると同時に、前輪の摩擦制動トルクと後輪の摩擦制動トルクとを、理想配分線に従って配分する摩擦制動装置を含み、かつ、前記旋回程度対応制御手段が、旋回の程度に応じた勾配で回生制動トルクを減少させる旋回程度対応減少手段を含む(11)項または(12)項に記載の制動装置。本項に記載の旋回程度対応減少手段による制御は、回生制動トルクがほぼ一定の大きさ(最大値)に保たれている場合に行われる。例えば、旋回の程度が厳しい場合は緩い場合より回生制動トルクが大きな勾配で減少させられる。このようにすれば、旋回の程度に応じて前後総制動トルク配分を速やかに理想配分に近づけることができる。

(14) 当該制動装置が、前記車輪と共に回転するブレーキ回転体に摩擦部材を摩擦係合させることにより、車輪に摩擦制動トルクを加える摩擦制動装置を含み、かつ、前記回生制動トルク制御装置が、前記回生制動装置と摩擦制動装置との少なくとも一方の作動環境が予め定められた設定状態に達していない場合に、前記回生制動トルクを予め定められた設定値に抑制する回生制動トルク抑制手段を含む(11)項ないし(13)項のいずれか1つに記載の制動装置。

(15) 車両の駆動輪に、電動モータの回生制動により回生制動トルクを加える回生制動装置と、その回生制動装置を制御することにより、前記回生制動トルクを制御する回生回生制動トルク制御装置とを含む制動装置であって、前記回生制動トルク制御装置が、前記車両の前輪の回転速度と後輪の回転速度との差である前後速度差の絶対値に応じた勾配で前記回生制動トルクを変化させる速度差対応勾配変化手段を含む制動装置。例えば、前後速度差の絶対値が大きい場合に回生制動トルクを大きな勾配で変化させ、前後速度差の絶対値が小さい場合に小さな勾配で変化させる。前後速度差の絶対値に応じた速度で理想配分に近づけることによって、操縦安定性の低下を抑制したり、エネルギー効率を向上させたりすることができる。なお、本項の制動装置には、前記(1)項ないし(14)項のいずれか1つに記載の技術的特徴を採用することができる。

(16) 車両の駆動輪に、電動モータの回生制動により回生制動トルクを加える回生制動装置と、その回生制動装置を制御することにより、前記回生制動トルクを制御する回生制動トルク制御装置とを含む制動装置であって、前記回生制動トルク制御装置が、車両の旋回状態の

変化勾配に応じて前記回生制動トルクを制御する旋回変化対応制御手段を含む制動装置。例えば、車両の旋回状態の変化勾配が大きい場合に、回生制動トルク自体あるいは回生制動トルクの増加勾配を小さく抑制することや、回生制動トルクの減少勾配を大きくすることによって操縦安定性を向上させることができる。なお、本項の制動装置には、前記(1)項ないし(15)項のいずれか1つに記載の技術的特徴を適用することができる。

(17) 車両の車輪に、電動モータの回生制動により回生制動トルクを加える回生制動装置と、前記車輪と共に回転するブレーキ回転体に摩擦部材を摩擦係合させることにより、車輪に摩擦制動トルクを加える摩擦制動装置と、これら回生制動装置と摩擦制動装置との少なくとも一方を制御することにより、前記車輪に加えられる回生制動トルクと摩擦制動トルクとを含む総制動トルクを制御する総制動トルク制御装置とを含む制動装置であって、前記総制動トルク制御装置が、①当該制動装置に含まれるセンサのうちの予め定められたものの検出準備が終了する以前である場合と、②車両のイグニッションスイッチがON状態に切り換わってからの前記摩擦制動装置の作動量が予め定められた設定作動量より少ない場合と、③前記摩擦制動装置の直前の作動終了時からの経過時間が予め定められた設定時間を越えた場合との少なくとも1つの場合に、前記回生制動トルクを予め定められた設定値に抑制する回生制動トルク抑制手段を含むことを特徴とする制動装置(請求項3)。回生制動抑制条件としては、上述の①～③の条件の他に、外気温度、湿度等を加えることもできる。外気温度が設定温度以下であれば、摩擦制動装置において摩擦係合部材としてのパッドの温度が設定温度より低いと推定することができる。また、摩擦制動装置が液圧制動装置である場合には、作動液の温度が設定温度より低く、粘度が設定粘度より低いと推定することができる。一方、外気の湿度が高ければ、摩擦係合部材としてのパッドの湿度が高いと推定することができる。パッドの湿度が高い場合は、パッドの摩擦係数が大きくなる。検出準備が終了したか否かがチェックされる対象のセンサは、制動装置に含まれるすべてのセンサであっても、それらセンサのうち、回生制動トルクや液圧制動トルクの制御に使用されるセンサ(制動トルク制御関連センサ)のみとしても、制動トルク制御関連センサのうちで特に制御への影響が大きいセンサ、換言すれば、制動トルク制御に関して重要なセンサ(重要センサ)のみとしてもよい。

【0004】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態である制動装置について図面に基いて説明する。図1に示す車両は、本制動装置が搭載された車両であり、ハイブリッド車である。駆動輪としての前輪10、12は、電気的駆動装置14と内燃駆動装置としてのエンジン16とを含む駆動装置18によって駆動される。電気的駆動装

置14は、モータジェネレータ（発電機、電動モータとして機能するもの）20、インバータ22、蓄電装置24等を含むものであり、このモータジェネレータ20とエンジン16との間に遊星歯車装置26が設けられている。遊星歯車装置26の図示しないサンギヤにはモータジェネレータ20が連結され、リングギヤにはエンジン16の出力軸がクラッチを介して接続され、キャリアには出力軸28が連結されている。また、キャリアとサンギヤとの間にもクラッチが設けられている。出力軸28は、変速機30、差動装置32を介して駆動輪10、12に連結される。

【0005】これらクラッチの接続、遮断およびエンジン16、モータジェネレータ20の作動状態が制御されることにより、出力軸28に、エンジン16からの出力トルクが伝達されたり、モータジェネレータ20からの出力トルクが伝達されたり、エンジン16からの出力トルクとモータジェネレータ20からの出力トルクとの両方が伝達されたりする。遊星歯車装置26は、モータジェネレータ20の出力トルクとエンジン16の出力トルクとを合成したり、分割したりする合成分割機構としての機能を有するものである。

【0006】モータジェネレータ20と蓄電装置24との間には、インバータ22が設けられ、インバータ22の制御により、モータジェネレータ20が、蓄電装置24から電気エネルギーが供給されて回転させられる回転駆動状態と、回生制動により発電機として機能することにより蓄電装置24に電気エネルギーを充電する充電状態と、自由回転を許容する無負荷状態とに切り換えられる。上記インバータ22は、コンピュータを主体とする電動モータ制御装置36からの指令に基づいてモータジェネレータ20を制御する。また、前記エンジン16の作動状態は、エンジン制御装置38によって制御される。エンジン16、モータジェネレータ20は、主として、アクセル開度に応じた駆動トルクが出力されるように制御される。変速機30は、図示しないシフトレバーのシフト位置に基づいて機械的に切り換わる液圧回路と、車速等に基づいて自動制御される複数のクラッチやブレーキ等を含むものであり、これら複数のクラッチ、ブレーキ等はシフト位置がD（ドライブ）である場合に自動制御されることにより、走行時における変速比が制御される。

【0007】前記駆動輪10、12には、上述の駆動トルクが加えられる一方、液圧制動トルクが加えられる。駆動輪としての前輪10、12と共に回転するブレーキ回転体としてのロータに摩擦部材としてのパッドがホイールシリンダ40、42に液圧が伝達されることにより摩擦係合させられ、摩擦制動トルクとしての液圧制動トルクが加えられるのである。本制動装置は摩擦制動装置としての液圧制動装置44を備えたものである。また、上記電氣的駆動装置14においてモータジェネレー

タ20が充電状態にある場合には、モータジェネレータ20の回生制動により車輪10、12に回生制動トルクが加えられるが、この場合には、電氣的駆動装置14が回生制動装置として機能することになる。液圧制動装置44は、上記前輪10、12のホイールシリンダ40、42の他、液圧制御弁装置46、液圧源48、ブレーキ操作部材としてのブレーキペダル50等を含むものであり、液圧源48に発生させられた液圧が、液圧制御弁装置46によって制御されることにより、ホイールシリンダ40、42に伝達される。

【0008】液圧源48は、図2に示すように、ブースタ付きマスタシリンダ52と、ポンプ53、アキュムレータ54、マスタリザーバ55、リリーフ弁56等を含む定液圧源57とを含むものである。アキュムレータ54には、マスタリザーバ55の作動液がポンプ53によって汲み上げられて蓄えられる。アキュムレータ54には、2個の圧力スイッチ60、61が取り付けられている。一方の圧力スイッチは、アキュムレータ54に蓄えられた液圧が上限値より大きくなったことを検出するものであり、他方の圧力スイッチは下限値より小さくなったことを検出するスイッチである。これら圧力スイッチ60、61の作動状態に基づいてポンプ53を駆動するモータが制御されることにより、アキュムレータ54に蓄えられた作動液の液圧が設定範囲に保たれる。アキュムレータ14の液圧が上限値より大きくなれば、作動液がリリーフ弁56を介してマスタリザーバ55に戻される。ブースタ付きマスタシリンダ52は、2つの液圧室を有するものであり、一方の液圧室には上記定液圧源57が接続されている。ブレーキペダル50が踏み込まれると、その踏力が定液圧源57の作動液を利用して倍力させられ、その倍力された踏力に応じた液圧が、ブースタ付きマスタシリンダ52の2つの液圧室に発生させられる。

【0009】ブースタ付きマスタシリンダ52の他方の液圧室には液通路68を介して、前述の左前輪10のホイールシリンダ40と、右前輪12のホイールシリンダ42とが接続されている。マスタシリンダ52とホイールシリンダ40、42との間には、それぞれ、電磁開閉弁70、72が設けられている。電磁開閉弁70、72は、消磁状態で開状態に保たれる常開弁であるが、ブレーキペダル50が操作され、回生制動協調制御が行われる場合には、閉状態に切り換えられ、ホイールシリンダ40、42がブースタ付きマスタシリンダ52から遮断されて後述するリニアバルブ装置76に接続される。リニアバルブ装置76等の電気系統に異常が生じた場合には、開状態に戻されることによりホイールシリンダ40、42がブースタ付きマスタシリンダ52に連通させられ、制動トルクが確保される。

【0010】前記定液圧源57が接続された一方の液圧室には、液通路80を介して、左後輪82のホイールシ

リンダ84と、右後輪86のホイールシリンダ88とが接続されている。液通路80の途中には、ブースタ付きマスタシリンダ52側から順に、リニアバルブ装置76、電磁開閉弁92およびプロポーションングバルブ94が設けられている。プロポーションングバルブ94により、入力液圧が設定圧以上になると出力液圧の増加が入力液圧の増加に対して抑制されるため、後輪側のホイールシリンダ84、88の液圧が前輪側のホイールシリンダ40、42の液圧に対して抑制され、前輪側の液圧制動トルクと後輪側の液圧制動トルクとがほぼ理想配分線に従って配分されることになる。液通路80の、ブースタ付きマスタシリンダ52とリニアバルブ装置76との間の部分には液圧センサ96が、また、リニアバルブ装置76と電磁開閉弁92との間の部分には液圧センサ98がそれぞれ設けられている。液圧センサ96は、リニアバルブ装置76への入力液圧を検出するセンサであり、液圧センサ98は、後輪82、86のホイールシリンダ84、88の液圧を検出するセンサであるが、リニアバルブ装置76の出力液圧を検出するセンサでもある。ホイールシリンダ82、88とマスタリザーバ55とを接続する液通路102の途中には、電磁開閉弁104が設けられている。これら電磁開閉弁92、104は、常には、図示する原位置に保たれるが、アンチロック制御時には、開閉させられることにより、後輪82、86の制動スリップ状態が適正状態に保たれるように、ホイールシリンダ84、88の液圧が制御される。

【0011】液通路80のリニアバルブ装置76と電磁開閉弁92との間の部分には、液通路108が接続されている。液通路108は、リニアバルブ装置76と前輪側のホイールシリンダ40、42とを接続する通路であり、液通路108の途中には、分離弁としての電磁開閉弁110が設けられている。電磁開閉弁110は、通常制動時(回生制動協調制御時を含む)、アンチロック制御時等に開状態に切り換えられ、ホイールシリンダ40、42にリニアバルブ装置76によって制御された液圧が伝達される。また、液通路108の電磁開閉弁110よりホイールシリンダ40、42側の部分には、それぞれ電磁開閉弁112、114が設けられ、ホイールシリンダ40、42とマスタリザーバ55とを接続する液通路116の途中には、電磁開閉弁117、118が設けられている。これら電磁開閉弁112、114、117、118は、常には、原位置に保たれるが、アンチロック制御時には、開閉させられることにより、前輪10、12の制動スリップ状態が適正状態に保たれるように、ホイールシリンダ40、42の液圧がそれぞれ独立に制御される。なお、電磁開閉弁110は、電気系統の異常時に閉状態に戻され、前輪側のホイールシリンダ40、42が後輪側のホイールシリンダ84、88から分離される。液通路108の、電磁開閉弁110と電磁開閉弁112、114との間の部分には、液圧センサ12

0が接続されている。液圧センサ120は、前輪10、12のホイールシリンダ40、42の液圧を検出するセンサであるが、液圧センサ98の出力が正常か否かの監視に使用することもできる。電磁開閉弁110が開状態にある場合に、液圧センサ98による検出液圧が液圧センサ120の検出液圧から離れている場合に液圧センサ98の出力が異常である可能性があると判定されるのである。

【0012】上記電磁開閉弁92をバイパスするバイパス通路の途中には、逆止弁124が設けられ、電磁開閉弁112、114をそれぞれバイパスするバイパス通路の途中には、それぞれ逆止弁126、128が設けられている。これらの逆止弁124、126および128は、対応するホイールシリンダからブースタ付きマスタシリンダ52に向かう作動液の流れは許容するが、その逆向きの流れは阻止するものである。これら逆止弁124、126、128により、電磁開閉弁92、112、114が閉状態にある場合においてブレーキペダル50の踏み込みが緩められた場合に、ホイールシリンダの作動液をブースタ付きマスタシリンダ52に早急に戻すことが可能となる。また、各車輪10、12、82、86には、これら車輪の回転速度を検出する車輪速センサ130~136が設けられている。車輪速センサ130~136によって検出された車輪速に基づいて制動スリップ状態等が検出される。

【0013】図3は、リニアバルブ装置76の構成を概略的に示す系統図である。リニアバルブ装置76は、増圧リニアバルブ138、減圧リニアバルブ140等を含むものである。増圧リニアバルブ138および減圧リニアバルブ140は、いずれも常閉のバルブである。増圧リニアバルブ138は、弁座142とそれに対して着座、離間可能な弁子144とから成るシート弁146を備え、弁子144は、付勢装置としてのばね148により着座方向に付勢されている。弁子144と一体的に可動コア150が設けられており、これに対向して固定コア152が設けられている。これら両コア150、152は上記ばね148により互いに離間させられているが、コイル154に電流が供給されることにより磁化され、可動コア150が固定コア152側に吸引される。それにより、弁子144が弁座142から離間させられ、シート弁146が開かれる。増圧リニアバルブ138は、それ自身の前後の液圧差が弁子144を弁座142から離間させる向きに作用する向きで液圧源48とホイールシリンダとに接続されている。したがって、弁子144は、シート弁146前後の液圧差に基づく差圧作用力と、可動コア150、固定コア152およびコイル154から成るソレノイド156の電磁駆動力との和が、ばね148の付勢力と釣り合う位置で停止することとなり、コイル154への供給電流の制御による電磁駆動力の制御によって、シート弁146の開度を制御する



ことができる。増圧リニアバルブ138の開度を制御することができるのであり、それによって作動液の流量、すなわちホイールシリンダの増圧速度を制御することができる。また、液圧源48の液圧とホイールシリンダの液圧との差が小さくなり、差圧作用力と電磁駆動力との和がばね148の付勢力より僅かに小さくなれば、弁144が弁座に142に着座してシート弁146が閉じるため、コイル154への供給電流の制御により液圧源48の液圧とホイールシリンダの液圧との差を制御することができる。また、ホイールシリンダと増圧リニアバルブ138の上流側とが、バイパス通路158によって接続され、バイパス通路158には、ホイールシリンダ側から液圧源48へ向かう方向への作動液の流れを許容し、逆向きの流れを阻止する逆止弁160が設けられている。ホイールシリンダの液圧が液圧源48の液圧より高くなると、ホイールシリンダの作動液が逆止弁160を経て早急に戻される。

【0014】減圧リニアバルブ140の構造は増圧リニアバルブ138と同じであるため、互に対応する構成要素を同一の符号で示し、説明を省略する。ただし、減圧リニアバルブ140は、ホイールシリンダの液圧と減圧用リザーバ162の液圧との差に基づく差圧作用力が、弁144を弁座142から離間させる向きに作用する向きで設けられている。したがって、コイル154への供給電流の制御により、ホイールシリンダの減圧速度およびホイールシリンダと減圧用リザーバ162との差圧を制御することができる。減圧用リザーバ162の液圧は実質的に大気圧と見なし得るため、ホイールシリンダと減圧用リザーバ162との差圧の制御は、ホイールシリンダの液圧制御となる。ホイールシリンダと減圧用リザーバ162とを、減圧リニアバルブ140をバイパスして接続するバイパス通路164が設けられ、バイパス通路164には逆止弁166が設けられている。逆止弁166により、ホイールシリンダから減圧用リザーバ162への作動液の流れが阻止される。

【0015】一方、液通路68には液圧センサ180（図2参照）が接続されており、ブースタ付きマスタシリンダ52の液圧が検出される。ブースタ付きマスタシリンダ52の液圧は、ブレーキペダル50の操作力に応じた大きさとなるため、この液圧に対応する制動トルクを運転者の意図する要求制動トルク値とすることができる。ブースタ付きマスタシリンダ52の液圧は、ブレーキ操作関連量の一態様である。また、液通路68には、ストロークシミュレータ182が接続され、電磁開閉弁70および72が共に閉状態とされた状態においてブレーキペダル50のストロークが殆ど0になることが回避される。

【0016】前記リニアバルブ装置76および各電磁開閉弁70、72等を含む液圧制御弁装置46や液圧源48等は、PU200、ROM201、RAM202、入

力部203、出力部204等を含むコンピュータを主体とするブレーキ制御装置210によって制御される。ブレーキ制御装置210の入力部203には、前記各液圧センサ96、98、120、180、車輪速センサ130～136、ブレーキペダル50が踏み込まれた状態にあることを検出するブレーキスイッチ212、車両の横加速度を検出する横Gセンサ214、図示しないステアリングホイールの操舵角を検出する操舵角センサ216、イグニッションスイッチ218等が接続され、出力部204には、前述の各電磁開閉弁のソレノイドの他、リニアバルブ装置76のソレノイド154等が図示しない駆動回路を介して接続されている。ブレーキ制御装置210は、図1に示すようにハイブリッド制御装置220に接続されており、ハイブリッド制御装置220には、電動モータ制御装置36、エンジン制御装置38等も接続されている。

【0017】ハイブリッド制御装置220も、PU222、ROM224、RAM226、入力部228、出力部230等を含むコンピュータを主体とするものであり、入力部228には、蓄電装置24の蓄電量を検出する蓄電量検出装置234、車速を取得する車速取得装置236、図示しないアクセルペダルの開度をスロットルバルブの開度を検出することによって検出するアクセル開度センサ238等が接続されており、これらからの出力信号に基づいて電動モータ制御装置36、エンジン制御装置38、ブレーキ制御装置210等に制御指令を発したり、変速機30を直接制御したりする。

【0018】ハイブリッド制御装置220から電動モータ制御装置36へは、電動モータ、発電機としてのモータジェネレータ20への要求トルクを表すデータ（以下、出力トルク要求値と略称する）が出力され、電動モータ制御装置36からハイブリッド制御装置220へは、モータジェネレータ20の回転数、電流等の作動状態を表す情報が出力される。モータジェネレータ20の作動状態は、ジェネレータ作動状態検出装置（電動モータの回転数を検出するエンコーダ、電動モータに流れる電流を検出する電流計等が該当する）240によって検出される。モータジェネレータ20に対する要求トルクは、駆動トルクの場合と回生制動トルクの場合とがある。例えば、モータジェネレータ20に対する出力回生制動トルク要求値は、電動モータの回転数や蓄電装置24の蓄電状態等に基づいて決まる回生制動装置都合回生制動トルク上限値と、後述するがブレーキ制御装置210から供給される要求回生制動トルク上限値との小さい方に決定される。そして、電動モータ制御装置36はハイブリッド制御装置220から供給された出力トルク要求値に応じた指令をインバータ22に出力し、モータジェネレータ20は、その出力トルクが出力トルク要求値に対応する要求トルクに近づくように制御される。ハイブリッド制御装置220において、モータジェネレー

10

20

30

40

50

タ 20 の作動状態に基づいて実際に出力された実出力トルク（駆動トルクあるいは回生制動トルク）が取得される。

【0019】また、ブレーキ制御装置 210 からハイブリッド制御装置 220 へは、要求回生制動トルク値が出力され、ハイブリッド制御装置 220 からブレーキ制御装置 210 へは、モータジェネレータ 20 において実際に出力された回生制動トルクの大きさである実回生制動トルク値が出力される。ブレーキ制御装置 210 は、要求回生制動トルク値と要求液圧制動トルク値との和が運転者の要求する要求総制動トルク値となるように、リニアバルブ装置 76 を制御する。また、要求回生制動トルク値は、ROM 201 に格納された図 4 のフローチャートで表される制動トルク制御プログラムの実行に従って決定される。

【0020】以上のように構成された制動装置における作動について説明する。駆動輪としての前輪 10、12 には、液圧制動トルクと回生制動トルクとが加えられ、非駆動輪としての後輪 82、86 には、回生制動トルクが加えられないで液圧制動トルクが加えられる。以下、各々の車輪に加えられる、液圧制動トルクと回生制動トルクとの少なくとも一方を含む制動トルクを総制動トルクと称する。後輪 82、86 とリニアバルブ装置 76 との間には、プロポーショニングバルブ 94 が設けられているため、前述のように、前輪 10、12 に加えられる液圧制動トルクと後輪 82、86 に加えられる液圧制動トルクとは、ほぼ理想配分線に従って配分されることになる。それに対して、前輪 10、12 には、回生制動トルクが加えられるため、図 12 に示すように、前輪に加えられる総制動トルクと後輪に加えられる総制動トルクとの配分は、回生制動トルクの方だけ理想配分線より前輪側が大きくなる。制動トルクが理想配分線より前輪側が大きくなるように偏って配分されるのであり、この偏りを制動トルク配分偏与と称する。なお、図 12 に示す理想配分線は前述のようにプロポーショニングバルブ 94 によって実現される配分線であるため、厳密に言えば理想配分線ではないが、理想配分線とみなし得る線である。

【0021】回生制動トルクは大きい方が、エネルギー効率を高める上で望ましい。しかし、上述のように、回生制動トルクが大きいと、前輪の総制動トルクが後輪の総制動トルクに対して過大となり、前後総制動トルク配分が理想配分から隔たってしまう。また、回生制動装置 14 と液圧制動装置 44 との少なくとも一方の作動環境が整っていない場合には、回生制動トルクを抑制した方が望ましい。そこで、本実施形態においては、ハイブリッド制御装置 220 に出力する要求回生制動トルク値が、運転者の意図する要求総制動トルク値とされるわけではなく、車両のスリップ状態、旋回状態等に応じた値とされたり、0 とされたりするのである。

【0022】回生制動装置 14 と液圧制動装置 44 との少なくとも一方の作動環境が整っていない場合、すなわち、作動環境が設定状態に達していない場合に、回生制動トルクを抑制すれば、抑制しない場合に比較して、車輪に加えられる総制動トルク制御精度の低下が抑制されるため、制動フィーリングの低下を抑制したり、操縦安定性の低下を抑制したりすることができる。運転者は自己の欲する制動効果が得られるようにブレーキ操作量を加減する際に、ブレーキ操作部材の操作（運転者の対処）が容易になるのである。回生制動装置 14 の作動環境が整っていない場合に回生制動トルクを抑制すれば、運転者の対処が容易になることは明らかである。液圧制動装置 44 の作動環境が整っていない場合にも、回生制動トルクが制御される場合より、抑制されて液圧制動トルクのみが制御される方が運転者の上述の対処が容易になる。また、回生制動トルクより液圧制動トルクの方が大きいのが普通であるため、液圧制動トルクを抑制するより回生制動トルクを抑制する方が望ましい。そこで、回生制動装置 14 と液圧制動装置 44 との少なくとも一方の作動環境が設定状態に達していない場合、すなわち、回生制動抑制条件が満たされた場合には、回生制動トルクが 0 とされるようにしたのである。

【0023】回生制動抑制条件は、①液圧制動装置 44；回生制動装置 14 に含まれる各センサ 60、61、96、98、130～136、180、212、214、216、234、236、238、240 等の検出準備が終了していない場合、②イグニッションスイッチ 218 が ON 状態にされてからの制動動作量が設定量より少ない場合、③前回制動終了時からの経過時間が設定時間 T を越えた場合のいずれかの条件が満たされた場合に満たされる。②の場合については、本実施形態においては、制動動作量としての制動回数が設定回数 N より少ない場合とされているが、制動動作量として、累積作動時間とすることもできる。

【0024】イグニッションスイッチ 218 が ON にされると、回生制動装置 14 や液圧制動装置 44 に含まれるすべてのセンサの 0 点が補正され、ゲインが補正される。しかし、これらのチェックが終了していない場合には、センサの出力信号が正確でなかったり、センサの出力信号に基づいて得られる情報が正確でなかったりする。例えば、実回生制動トルク値は、ジェネレータ作動状態検出装置 240 によって検出される作動状態に基づいて取得されるのであるが、電動モータの回転数や電動モータに流れる電流を正確に検出できないと、現実発生する回生制動トルクを正確に検出できない。液圧センサ 98、120 についても同様に、現実生じた液圧制動トルクを正確に検出できなくなる。また、要求回生制動トルク値や要求液圧制動トルク値は、液圧センサ 180 の出力信号に基づいて求められる要求総制動トルク値に基づいて決定されるが、液圧センサ 180 の出力信号

が正確でない場合は要求総制動トルク値を正確に求めることができず、回生制動トルクや液圧制動トルクを精度よく制御できなくなるのである。センサ各々について検出準備が終了したか否かは、センサ各々に対応して作成された準備終了フラグの状態に基づいて検出される。準備終了フラグは、イグニッションスイッチ218がOFF状態にされるとリセットされ、そのフラグに対応するセンサについての検出準備が終了すると、セットされる。

【0025】また、イグニッションスイッチ218がON状態に切り換えられてからの制動回数が設定回数Nより少ない場合には、液圧制動装置44において、作動液の温度が低かったり、各輪に設けられたディスクブレーキ40、42、82、86においてパッドの温度が低かったりする。作動液の温度が低い場合や、パッドの温度が低い場合は、液圧制動トルクを安定して発生させることができなくなる。前回の制動終了時から今回制動開始時までの間の時間が設定時間を越えた場合も同様に、作動液の温度が低かったり、パッドの温度が低かったりするものである。なお、本実施形態においては、回生制動抑制条件が満たされた場合には、回生制動トルクが0となるようにされていたが、0以上の微小な値にすることもできる。また、上記3つの条件のうちの1つが満たされた場合に回生制動抑制条件が満たされたとされたが、2つ以上が満たされた場合に、満たされたとすることもできる。さらに、回生制動トルクではなく液圧制動トルクが抑制されるようにすることも可能である。また、リニアバルブ装置76の制御も禁止されるようにすることもできる。

【0026】要求回生制動トルク値は、前輪の回転速度と後輪の回転速度との前後回転速度差に応じた相対スリップの勾配に応じて決定される。前述のように、前輪10、12に回生制動トルクが加えられることにより、前輪総制動トルクと後輪総制動トルクとの配分が、図12に示すように、理想配分線とみなし得る線から隔たってしまう。路面の摩擦係数 $\mu$ が大きく、ブレーキ操作量がそれほど大きくない場合には、スリップが小さく、前輪10、12の回転速度と後輪82、86の回転速度とはほぼ同じ大きさとなる。それに対して、ブレーキ操作量が路面の摩擦係数 $\mu$ に対して大きい場合等には、総制動トルクが大きい前輪10、12から先にすべり始め、前輪10、12の回転速度と後輪82、86の回転速度との間に差が生じる。

【0027】このように、前後速度差に基づけば、車両の操縦安定性の状態がわかる。前後速度差の絶対値が増加傾向にある場合には、車両の操縦安定性が低下傾向にあり、その増加勾配が大きいほど、低下速度が大きく、回生制動トルクを早急に減少させる要求が強いことがわかる。また、前後速度差の絶対値が減少傾向にある場合には操縦安定性が回復傾向にあり、その減少勾配が大き

いほど回復傾向が大きいことがわかる。そこで、増加勾配に基づいて回生制動トルクを小さくすれば、前後総制動トルク配分を理想配分にはほぼ近づけることができ、操縦安定性の向上を図ることができる。また、増加勾配に応じて抑制されるため、回生制動トルクが過剰に抑制されることを回避し得、エネルギー効率の低下を抑制することができる。減少勾配に基づいて回生制動トルクを大きくすれば、回生制動トルクを不要に抑制することが回避され、エネルギー効率の低下を抑制することができる。本実施形態においては、回生制動トルクが、相対スリップ $K_s$ の勾配 $\Delta K_s$ に基づいて制御される。相対スリップ $K_s$ は、式

$$K_s = | (V_{wfr} - V_{wrr}) + (V_{wfl} - V_{wrl}) / (2 \times V_s) |$$

で表されるように、右側前後車輪12、86の回転速度差 $(V_{wfr} - V_{wrr})$ を車体速度 $V_s$ で割った値と左側前後車輪10、84の回転速度差 $(V_{wfl} - V_{wrl})$ を車体速度 $V_s$ で割った値との平均値の絶対値である。この値は、前輪スリップ率（前輪10、12の平均回転速度を車体速度で割った値）と後輪スリップ率（後輪82、86の平均回転速度を車体速度で割った値）との差の絶対値でもある。

【0028】本実施形態においては、今回の要求回生制動トルク値 $F_m(n)^*$ が、運転者の意図する要求総制動トルク値 $F_d$ と、相対スリップの勾配等に基づいて決まる第一要求回生制動トルク値との小さい方の値に決定される。第一要求回生制動トルク値は、前述の相対スリップの勾配に基づいて決定される要求回生制動トルク値と、前回の実回生制動トルク値と、相対スリップに応じて決定された回生制動トルク制限値との中間の値に決定される。回生制動トルク制限値 $F_L$ は、図7のマップで表されるテーブルに従って決定され、要求回生制動トルク値は、前回の実回生制動トルク値 $F_m(n-1)'$ に、相対スリップの勾配に基づいて図8のマップで表されるテーブルに従って決定された回生制動トルク変化量 $\Delta F_m$ を加えた値 $\{F_m(n-1)' + \Delta F_m\}$ とされる。回生制動トルク変化量 $\Delta F_m$ は、図に示すように、相対スリップの勾配 $\Delta K_s$ が正である（増加傾向にある）場合には、負の値とされ、相対スリップの勾配が負である（減少傾向にある）場合には、正の値とされる。また、相対スリップの増加勾配や減少勾配が大きい場合は、回生制動トルクの変化量 $\Delta F_m$ の大きさ（絶対値の大きさ）も大きくされる。回生制動トルク制限値は、図7に示すように、相対スリップが大きい場合は小さい場合より小さくされる。

【0029】したがって、上述の3つの値のうちの中間値は、たいていの場合は、速度差勾配に応じて決定された要求回生制動トルク値に決定される。相対スリップが大きく相対スリップが増加傾向にある場合には、回生制動トルク制限値は小さくされるのに対して回生制動トルク変化量 $\Delta F_m$ は負の値となる。3つの値 $\{F_m(n-$

1)′,  $F_m(n-1)′ + \Delta F_m$  ( $\Delta F_m < 0$ ),  $F_L$  }のうちで、回生制動トルク制限値 $F_L$ が3つのうちの最小の値となり、中間値が、 $\{F_m(n-1)′ + \Delta F_m\}$ となる。また、逆に、相対スリップが小さく相対スリップが減少傾向にある場合には、回生制動トルク制限値は大きくされ、回生制動トルク変化量 $\Delta F_m$ は正の値となる。回生制動トルク制限値が3つのうちの最大の値となり、中間値は $\{F_m(n-1)′ + \Delta F_m\}$ となる。なお、相対スリップは、左右車輪の回転速度差を考慮して決定することもでき、その場合には、相対スリップの検出精度を向上させることができる。

【0030】また、要求回生制動トルク値を車両の旋回1の程度に応じて決定することもできる。旋回状態にあってブレーキ操作部材が操作された場合、あるいは、ブレーキ操作中であって回生制動トルクが回生制動トルク上限値まで増加する途中である場合に旋回状態になった場合には、回生制動トルクの増加勾配が抑制される。図12に示すように、制動開始時には、エネルギー効率を高めるために、回生制動トルクは急増させられる。本実施形態においては回生制動装置14の能力に応じて決まる最大の勾配で、回生制動トルク上限値まで増加させられる。回生制動トルクが急増中にある場合、または、急増開始時にある場合を制動初期状態と称するが、制動初期状態において、車両が直進状態にある場合には、回生制動トルクが急激に大きくされても差し支えないが、旋回状態にある場合に制動トルク偏与が急激に大きくなることは望ましくない。そこで、旋回の程度に応じた勾配で回生制動トルクを増加させるのである。旋回の程度が大きい場合に回生制動トルクの増加勾配を小さくし（増加勾配の抑制の程度を大きくするのであり、最大勾配よりかなり小さい勾配とする）、旋回の程度が小さい場合は増加勾配を大きくする（増加勾配の抑制の程度を小さくするのであり、最大勾配より僅かに小さい値、あるいは、最大勾配のままとする）のである。旋回の程度は、車両の横加速度、ステアリングホイールの操舵量、左右輪の回転速度差、タイヤの舵角、ヨーレート等に基づいて取得することができるが、本実施形態においては、横加速度の絶対値が旋回程度とされる。本実施形態においては、要求回生制動トルク値が、要求総制動トルク値と旋回程度対応回生制動トルク値との小さい方に決定される。旋回程度対応回生制動トルク値は、前回の実回生制動トルク値 $F_m(n-1)′$ に図9のマップで表されるテーブルに従って旋回程度に応じて決定された回生制動トルクの増加量 $\Delta F_{up}$ を加えた値とされる。回生制動トルクの増加量 $\Delta F_{up}$ は、旋回程度が大きいと小さくされるのであり、回生制動トルクの増加勾配が小さくされる。

【0031】このように、決定された要求回生制動トルク値は、ハイブリッド制御装置220に出力される。そして、要求総制動トルク値から要求回生制動トルク値を引いた値を、要求液圧制動トルク値として、リニアバル

ブ装置76が制御される。ハイブリッド制御装置220に出力された要求回生制動トルク値と等しい回生制動トルクが現実に出力されたと推定することができるからである。

【0032】図4のフローチャートにおいて、ステップ1（以下、S1と略称する。他のステップについても同様とする）において、運転者の要求総制動トルク値 $F_d$ が求められ、S2において回生制動抑制条件が満たされるか否かが判定される。前述の回生制動抑制条件が満たされた場合には、S3において要求回生制動トルク値が0とされ、回生制動抑制条件が満たされない場合には、S4において要求回生制動トルク値が相対スリップの勾配あるいは旋回程度に基づいて求められる。そして、S5において、要求液圧制動トルク値 $F_{fr}$ が、要求総制動トルク値 $F_d$ から要求回生制動トルク値 $F_m^*$ を引いた値とされ、それに応じてリニアバルブ装置76が制御される。

【0033】S2の回生制動抑制条件が満たされるか否かは、図5のフローチャートで表される回生制動抑制条件判定の実行に従って判定される。S21において、すべてのセンサの検出準備が終了したか否かが準備終了フラグ各々の状態に基づいて判定され、S22において、イグニッションスイッチ218がON状態に切り換えられた後の制動回数が設定回数N以上であるか否かが判定され、S23において、前回制動終了時から今回制動開始時までの経過時間が設定時間Tより短いかが判定される。S21～23のすべてのステップにおける判定がYESである場合には、S24において、回生制動抑制条件を満たさないとされ、回生制動が許可される。それに対して、いずれか1つのステップにおける判定がNOである場合には、S25において、回生制動抑制条件が満たされたとされ、回生制動が禁止される。

【0034】回生制動が許可された場合には、図6のフローチャートで表される要求回生制動トルク値決定の実行に従って要求回生制動トルク値 $F_m(n)^*$ が決定され、ハイブリッド制御装置220に出力される。S41において、車両が直進状態にあるか否かが判定され、直進状態である場合には、S42以降において速度差勾配対応要求回生制動トルク値が決定され、旋回状態である場合には、S48以降において旋回程度対応要求回生制動トルク値が決定される。直進状態であるか否かは、左右前輪10、12の回転速度差に基づいて決定される。左右回転速度差が直進状態にあるとみなし得る設定速度差より小さい場合には直進状態にあるとされ、設定速度差以上である場合には旋回状態にあるとされる。なお、直進状態にあるか否かは、操舵角センサ216の出力値に基づいて取得することもできる。

【0035】直進状態にある場合には、S42において、前後回転速度差の絶対値に応じた相対スリップ $K_s$ が求められ、S43において、今回の相対スリップから

前回の相対スリップを引いた値が、相対スリップ勾配 $\Delta K_s$ とされる。S42の実行が予め定められた時間間隔毎に行われるため、上述の今回の相対スリップから前回の相対スリップを引いた値は、単位時間当たりの変化量となり、勾配とみなすことができるのである。S44において、相対スリップ $K_s$ に基づいて回生制動トルク制限値 $F_L$ が決定され、S45において、相対スリップの勾配 $\Delta K_s$ に基づいて回生制動トルク変化量 $\Delta F_m$ が求められる。そして、S46において、前述の回生制動トルク制限値 $F_L$ と、ハイブリッド制御装置220から供給された実回生制動トルク値 $F_m(n-1)'$ と、その実回生制動トルク値 $F_m(n-1)'$ に変化量 $\Delta F_m$ を加えた値 $\{F_m(n-1)' + \Delta F_m\}$ との中間値（第一要求回生制動トルク値）と、要求総制動トルク $F_d$ との小さい方が、要求回生制動トルク値とされる。前述のように、たいての場合には、 $\{F_m(n-1)' + \Delta F_m\}$ が要求回生制動トルク値とされることになる。

【0036】車両が直進状態にない場合には、旋回程度対応要求回生制動トルク値が求められる。S48において、回生制動トルクが急増中か否か（回生制動トルク上限値に至ったか否か）が判定される。本実施形態においては、制動開始から予め定められた設定時間内であるか否かが判定されるのである。制動初期状態にあれば、回生制動トルク上限値に至っていない状態にあると判定することができる。S49において、旋回の程度 $S$ が求められ、S50において、旋回の程度 $S$ に応じて回生制動トルクの増加量 $\Delta F_{up}$ が図9にマップに従って決定される。そして、S51において、要求総制動トルク $F_d$ と、前回の実回生制動トルク値 $F_m(n-1)'$ に増加量 $\Delta F_{up}$ を加えた値 $\{F_m(n-1)' + \Delta F_{up}\}$ との小さい方が要求回生制動トルク値とされるのである。

【0037】それに対して、回生制動トルクが回生制動トルク上限値に至った後である場合には、S52において、別の方法で要求回生制動トルク値が決定される。この場合には、前回の実回生制動トルク値 $F_m(n-1)'$ を今回の要求回生制動トルク値としたり、前回の要求回生制動トルク値 $F_m(n-1)''$ を今回の要求回生制動トルク値とする等、回生制動トルクが一定に保たれるようにすることができる。また、旋回程度 $S$ が設定値より大きい場合は減少させ（回生制動トルク変化量 $\Delta F_m$ を負とし）、設定値より小さい場合は増加させ（回生制動トルク変化量 $\Delta F_m$ を正とし）たりすることができる。

【0038】以上のように、本実施形態の制動装置によれば、回生制動抑制条件が満たされた場合に要求回生制動トルク値が0とされるため、車輪に加えられる総制動トルク制御精度の低下を抑制し、操縦安定性の低下を抑制することができる。また、回生制動抑制条件が満たされなくなれば、回生制動トルクの抑制が解除されるため、回生制動トルクの制御を細やかに行うことができ、エネルギー効率の低下を抑制することができる。さらに、

相対スリップの勾配に基づく制御、いわゆる、微分制御が行われるため、前後速度差に応じて抑制される場合に比較して、回生制動トルクの制御遅れを小さくし、理想配分に早急に近づけることができ、操縦安定性の低下を良好に抑制することができる。また、旋回程度に応じて前輪に加えられる回生制動トルクの増加勾配が抑制されるため、運転者の余裕に応じて回生制動トルクを増加し得る。運転者は、制動トルク配分偏与が生じても余裕をもって操舵修正を行うことが可能となる。

10 【0039】以上のように、本実施形態においては、ブレーキ制御装置210のS42～47を記憶して実行する部分等により速度差勾配対応制御手段が構成され、S49～51を記憶して実行する部分等により旋回程度対応制御手段が構成され、S2、3を記憶して実行する部分等により回生制動トルク抑制手段が構成される。

【0040】なお、上記実施形態においては、直進状態にある場合には、速度差勾配対応要求回生制動トルク値が決定され、旋回状態にある場合に旋回程度対応要求回生制動トルク値が決定されるようにされていたが、直進状態であっても旋回状態であっても、速度差勾配対応要求回生制動トルク値が決定されるようにすることもできる。旋回状態であっても、前後速度差が生じるため、それに応じて要求回生制動トルク値を決定することができるのである。速度差勾配対応要求回生制動トルク値と旋回程度対応要求回生制動トルク値とが選択的に求められるようにすることは不可欠ではなく、これらのうちのいずれか一方が求められるようにすればよい。また、上記実施形態においては、前回の実回生制動トルク値に前後速度差勾配 $\Delta K_s$ に応じて決定された回生制動トルク変化量を加えた値、旋回程度に応じて決定された変化量を加えた値が求められたが、前回の要求回生制動トルク値にこれらの変化量を加えた値が求められるようにすることができる。要求回生制動トルク値に応じた実回生制動トルク値が出力されると推定することができるからである。さらに、回生制動トルク制限値を考慮することは不可欠ではなく、第一要求回生制動トルク値を、前回の実回生制動トルク値と相対スリップ勾配に基づいて決定された要求回生制動トルク値との小さい方とすることもできる。また、S48、52のステップは不可欠ではない。旋回状態である場合には、S49～51が実行されて回生制動トルクの増加勾配が抑制されるだけでもよいのである。

【0041】さらに、上記実施形態における回生制動抑制条件に、前記①～③とは異なる条件を加えることもできる。例えば、④外気温度が設定温度以下である場合と⑤湿度が予め定められた設定範囲内にある場合との少なくとも一方を加えることができる。④の外気温度が低い場合は、パッドの温度や作動液の温度が低いと推定することができる。⑤の湿度が高いとパッドの摩擦係数が高くなり、湿度が低いと摩擦係数が低くなるため、湿度が

設定範囲内にはない場合には、摩擦係数のバラツキが大きくなるのである。また、上記実施形態においては、①において、回生制動装置14、液圧制動装置44の各々に含まれるすべてのセンサについて検出準備が終了したか否かが判定されるようにしたが、回生制動トルクの制御、液圧制動トルクの制御に使用されるセンサについてのみ検出準備が終了したか否かが検出されるようにしたり、そのうちで特にトルク制御への影響が大きいセンサのみについての検出準備が終了したか否かが検出されるようにしたりすることができる。回生制動装置14においては、ジェネレータ作動状態検出装置240、蓄電量検出装置234は車速検出装置236より、制御への影響が大きく、重要度が高いセンサとすることができる。液圧制動装置44においては、車輪速センサ130～136、横加速度センサ214、液圧センサ180は、液圧センサ96、98、120、操舵角センサ216より重要度が高いセンサとすることができる。①においては、さらに、予め定められた複数のセンサのうちの少なくとも1つについての検出準備が終了した場合等に検出準備が終了したとすることができる。1のセンサの出力値を他のセンサの出力値で代用できる場合には、1のセンサと他のセンサとのいずれか一方の検出準備が終了していればよいのである。例えば、液圧センサ98と液圧センサ120とでは両方の検出準備が終了していなくても、たいていの場合には、いずれか一方の検出準備が終了していれば十分である。

【0042】さらに、回生制動抑制条件判定と要求回生制動トルク決定とを組み合わせることが不可欠ではなく、別個に実行可能である。また、速度差勾配対応要求回生制動トルク値は、上記実施形態における場合に限らず、図10のフローチャートに一部を表す要求回生制動トルク値決定ルーチンの実行に従って決定されるようにすることもできる。本実施形態においては、要求回生制動トルク値が、相対スリップ $K_s$ が設定値 $K_{s1}$ より大きい場合と小さい場合とで、異なる方法で決定される。設定値 $K_{s1}$ より大きい場合には回生制動トルクを相対スリップ勾配に応じた勾配で減少させ、設定値 $K_{s1}$ 以下の場合には一定に保たれる。また、設定値 $K_{s1}$ より大きい場合においては、図11に示すように、相対スリップの増加勾配が大きい場合は回生制動トルクの減少量が大きくされるが、相対スリップが減少勾配にあっても回生制動トルクが増加させられることはなく、一定に保たれる。このように、本実施形態においては、相対スリップが設定値 $K_{s1}$ より大きく、かつ、増加勾配である場合に、回生制動トルクが減少させられるが、それ以外の場合には、一定に保たれる。それによって、回生制動トルクの変化頻度を少なくし得、制動フィーリングの悪化を抑制し、回生制動装置14の寿命を長くすることができる。また、回生制動トルクの減少量が、相対スリップの増加勾配が大きいほど大きくされるため、相対スリップを早

急に設定値 $K_{s1}$ に近づけることができる。

【0043】S402、403においては、上記S42、43と同様に、相対スリップ $K_s$ が求められ、相対スリップ勾配 $\Delta K_s$ が求められる。そして、S404において、相対スリップ $K_s$ が設定値 $K_{s1}$ より大きいかが判定される。設定値 $K_{s1}$ より大きい場合には、S405、406において、係数Aが1とされ、相対スリップ勾配 $\Delta K_s$ に基づいて図11のマップで表されるテーブルに従って回生制動トルク減少量 $\Delta F_{mr}$ が決定され、S407において、要求総制動トルク値 $F_d$ と、前回の実回生制動トルク値 $F_{m(n-1)'}$ から減少量 $\Delta F_{mr}$ を引いた値 $\{F_{m(n-1)'} - \Delta F_{mr}\}$ との小さい方が要求回生制動トルク値 $F_m^*$ とされる。ここで、要求回生制動トルク値が0以下にならないように、制限することもできる。例えば、 $\{F_d, F_{m(n-1)'} - \Delta F_{mr}, 0\}$ のうちの中間値を要求回生制動トルク値とするのである。

【0044】それに対して、前後速度差（相対スリップ） $K_s$ が設定値 $K_{s1}$ 以下の場合には、S408において、係数Aが0にされる。S407において、要求回生制動トルク値 $F_m^*$ が決定されるが、係数Aが0であるため、要求総制動トルク値 $F_d$ と前回の実回生制動トルク値 $F_{m(n-1)'}$ との小さい方とされる。この場合には、回生制動トルクは一定の値に保たれることになる。なお、相対スリップ $K_s$ が設定値 $K_{s1}$ の大きさは関係なく相対スリップ勾配 $\Delta K_s$ が増加傾向にある場合に回生制動トルクが減少させられ、減少傾向にある場合には回生制動トルクが一定の値に保たれるようにしてもよい。この場合においても、回生制動トルクの変化頻度を抑制しつつ、エネルギー効率の低下を抑制し、車両操縦安定性の低下を抑制することができる。

【0045】さらに、回生制動装置14、液圧制動装置44の構造は上記実施形態におけるそれに限らず、他の構造のものとすることもできる。液圧制動装置44において、例えば、プロポーショナルバルブ94も不可欠ではなく、アンチロック制御用の複数の電磁開閉弁92、104等の制御により、前輪液圧制動トルクと後輪液圧制動トルクとが理想配分線に従って配分されるように、制御することが可能である。また、アンチロック制御用の電磁開閉弁92、112、114、117、118、140等も不可欠ではなく、各輪毎にリニアバルブ装置76を設けたり、前輪側と後輪側とにそれぞれリニアバルブ装置76を設けたりすることもできる。これらの場合にはリニアバルブ装置76の制御により、前輪液圧制動トルクと後輪液圧制動トルクとを理想配分線に従って制御することも、アンチロック制御を行うことも可能である。さらに、リニアバルブ装置76を複数の電磁開閉弁を含むものとしたり、液圧源48を、ブースタ付きマスタシリンダとは別に、1つ以上のポンプ装置を含む動力式液圧源とすることもできる。ポンプ装置の制御により、各ホイールシリンダに供給される液圧を制御するこ

ともできる。電磁弁の制御も上記実施形態に限定されない。

【0046】さらに、液圧制動装置44の代わりに、電動モータによりパッドがロータに押し付けられる電氣的摩擦制動装置としたり、液圧制動装置44に加えて電氣的摩擦制動装置を設けたりすることができる。回生制動装置14において、電動モータを各輪毎に設けることもできる。また、上記実施形態においては、制動装置に、ブレーキ制御装置210、ハイブリッド制御装置220、電動モータ制御装置36等複数のコンピュータを主体とする制御装置が設けられていたが、これらを1つのコンピュータとしたり、2つまたは3つを1つのコンピュータとしたりすることもできる。また、運転者の意図する要求総制動トルクは、マスタシリンダの液圧に基づいて取得されるようにされていたが、ブレーキペダル10の操作量等に基づいて取得されるようにすることもできる。また、適用される車両も、ハイブリッド車に限らず、電気自動車に適用することもできる。さらに、前輪駆動車に限らず、後輪駆動車であってもよい。その他、本発明は前記〔発明が解決しようとする課題、課題解決手段および効果〕の欄に記載された態様の他に種々の変形、改良を施した態様で実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態である制動装置を含む車両全体の概略図である。

【図2】上記制動装置に含まれる液圧制動装置を示す図である。

【図3】上記制動装置に含まれるリニアバルブ装置の構造を概略的に示す系統図である。

【図4】上記液圧制動装置のブレーキ制御装置のROMに格納された制動トルク制御プログラムを表すフローチャートである。

【図5】上記制動トルク制御プログラムのS2の実行の内容を示すフローチャートである。

\*【図6】上記制動トルク制御プログラムのS4の実行の内容を示すフローチャートである。

【図7】上記ブレーキ制御装置のROMに格納された相対スリップと回生制動トルク制限値との関係を表すマップである。

【図8】上記ブレーキ制御装置のROMに格納された相対スリップ勾配と回生制動トルク変化量との関係を表すマップである。

【図9】上記ブレーキ制御装置のROMに格納された旋回程度と回生制動トルク増加量との関係を表すマップである。

【図10】本発明の別の一実施形態である制動装置に含まれるブレーキ制御装置のROMに格納された制動トルク制御プログラムの一部を表すフローチャートである。

【図11】上記ブレーキ制御装置のROMに格納された相対スリップ勾配と回生制動トルク減少量との関係を表すマップである。

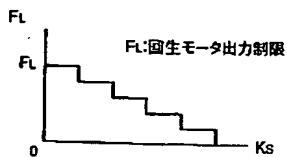
【図12】本発明を説明するための図であり、前輪総制動トルクと後輪総制動トルクとの関係を示す図である。

【符号の説明】

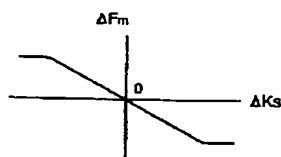
- 14 回生制動装置
- 20 モータ・ジェネレータ
- 36 電動モータ制御装置
- 44 液圧制動装置
- 76 リニアバルブ装置
- 130～136 車輪速センサ
- 138 増圧リニアバルブ
- 140 減圧リニアバルブ
- 180 液圧センサ
- 210 ブレーキ制御装置
- 214 横Gセンサ
- 216 操舵角センサ
- 220 ハイブリッド制御装置

\*

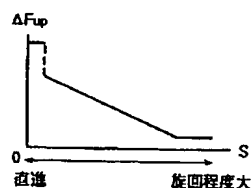
【図7】



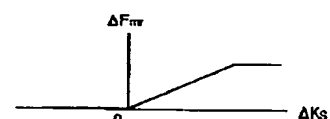
【図8】



【図9】



【図11】





[illegible]

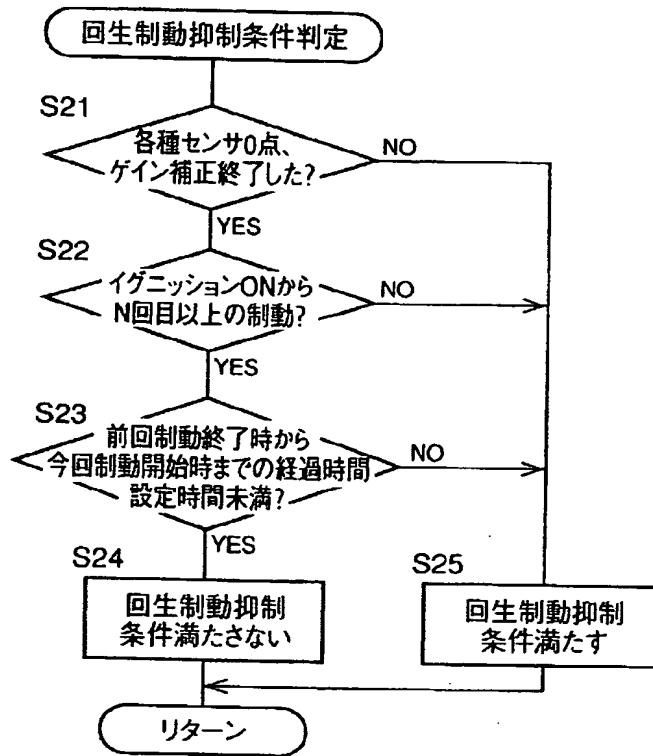
The diagram illustrates a vehicle control system architecture. At the top left, a multi-channel input device (200) receives signals from sensors (201, 202, 203, 204). These signals are processed by a 'リアバルブ装置' (Rear Valve Device, 76), which outputs to solenoid valves (98, 124, 126, 128). A 'パルプ' (Pulse) unit (94) also provides timing or pulse signals to the valve drivers (102, 104, 112, 114, 117, 118). The system includes several solenoid valves (W) controlled by these drivers. Power is supplied from a battery (40) through fuses (82, 84, 86, 88) to various components, including relays (10, 12) and other electrical loads (134, 136, 132). A pressure sensor (96) monitors fluid pressure in one of the lines.

[illegible]

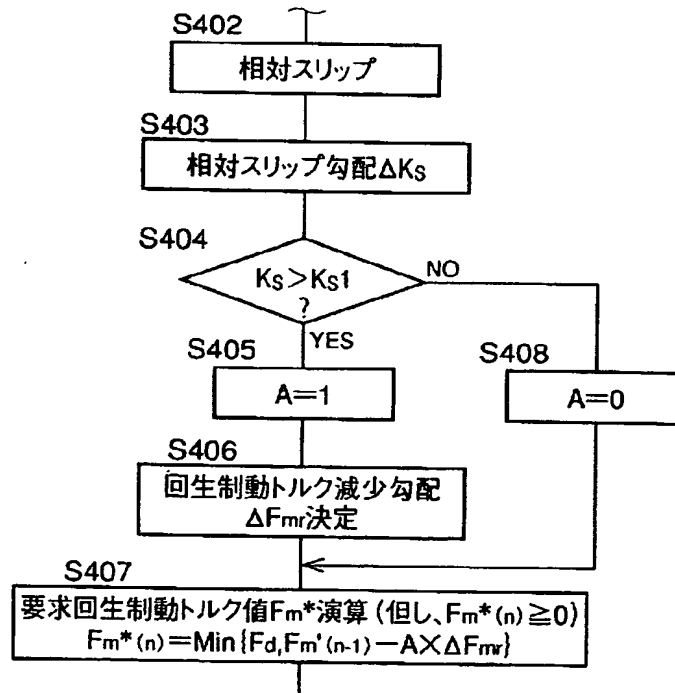
```

graph TD
    Start([スタート]) --> S1[S1  
運転者の要求総制動トルク値Fd 演算]
    S1 --> S2{S2  
回生制動抑制条件  
判定?}
    S2 -- YES --> S3[S3  
要求回生制動トルク値  
0  
(回生禁止)]
    S2 -- NO --> S4[S4  
要求回生制動トルク値  
演算  
(回生許可)]
    S3 --> S5[S5  
要求液圧制動トルク値演算  
Ffr ← Fd - Fm*]
    S4 --> S5
    S5 --> End([リターン])
  
```

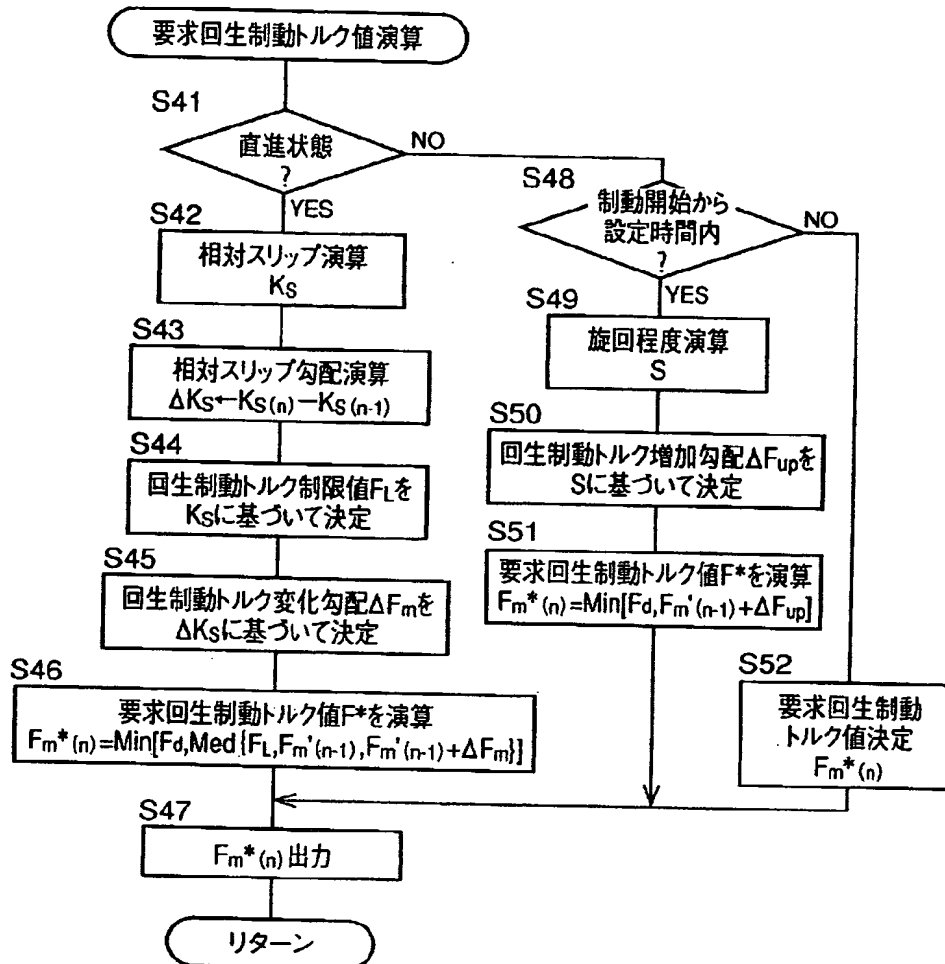
【図5】



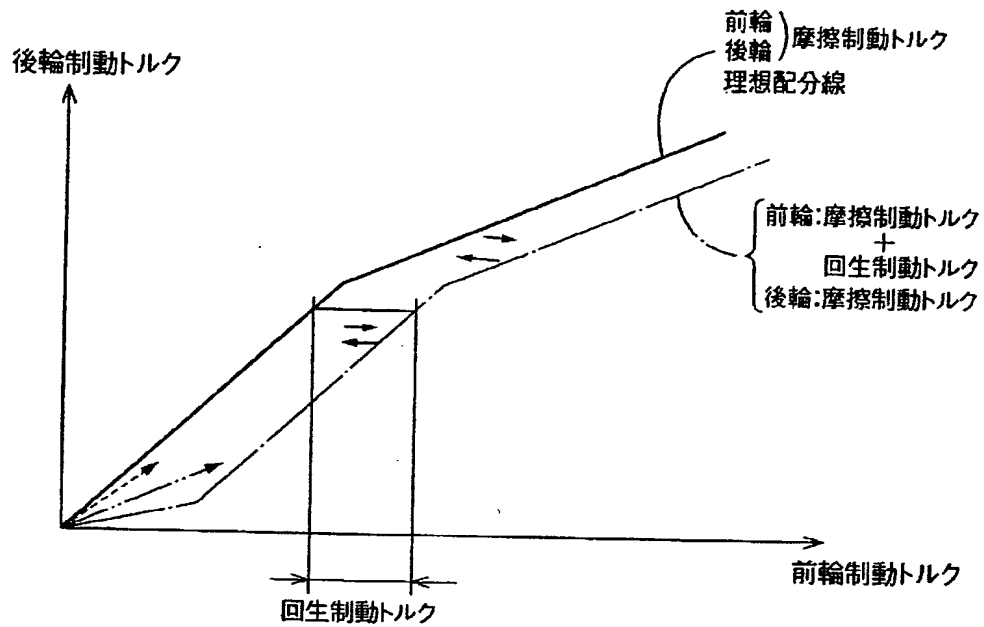
【図10】



【図6】



【図 12】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3D045 BB37 CC00 EE21 FF43 GG19  
GG25 GG26  
5H115 PG04 PI16 PI29 PO17 PU01  
PU22 PU25 QE16 QI04 QI07  
QI12 QI16 QN03 QN12 RB08  
SE04 SE08 SJ12 SJ13 TB01  
TE03 TI01 TO05 TO12 TO21  
TO23 TO26 TO30

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**